

Diss.
med.
7/33

DIE
SYMPHYSIS OSSIIUM PUBIS
DES MENSCHEN.

Nebst
Beiträgen zur Lehre
vom
hyalinen Knorpel und seiner Verknöcherung.

INAUGURALDISSERTATION
DER HOHEN MEDICINISCHEN FACULTÄT ZU BASEL
ZUR
ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE VORGELEGT
VON
CH. AEBY.

(Mit 8 Kupfertafeln.)

Bayerische
Stadtbibliothek
München

LEIPZIG & HEIDELBERG.
C. F. WINTERSCHE VERLAGSHANDLUNG.
1858.

Dis. med. 7/33

Aeby

DIE
SYMPHYSIS OSSIIUM PUBIS
DES MENSCHEN.

Nebst
Beiträgen zur Lehre
vom
hyalinen Knorpel und seiner Verknöcherung.

INAUGURALDISSERTATION
DER HOHEN MEDICINISCHEN FACULTÄT ZU BASEL
ZUR
ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE VORGELEGT
VON
CH. AEBY.

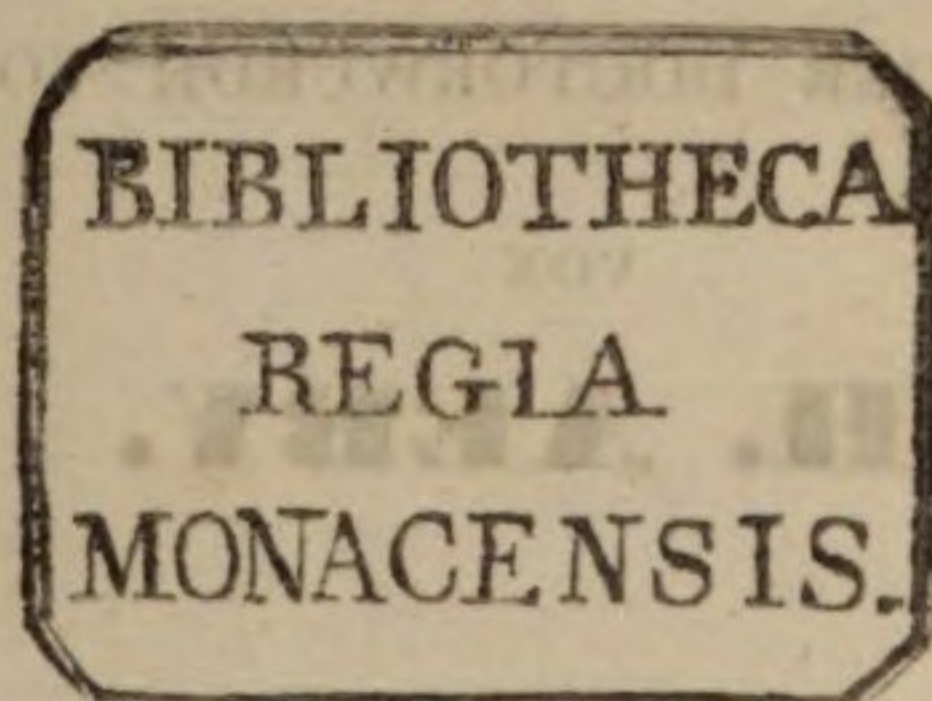
(Mit 8 Kupfertafeln.)

LEIPZIG & HEIDELBERG.
C. F. WINTERSCHES VERLAGSHANDLUNG.
1858.

DIE
SYMPTOMATIK DES KNOCHENS
DES MENSCHEN.

von
Herrn Dr. med. J. W. Winckler,
Lehrer an der Universität zu Basel.

IN AUCTORITÄT
DER HOHEN MEDICINISCHEN FACULTÄT ZU BASEL.



LEIPZIG & HEIDELBERG
C. F. WINTERSCHE VERLAGS-
BUDUNG
1858.

Vorwort.

Seinen Lehrern

Herrn Hofrath W. Baum,

Professor der Chirurgie,

Herrn Geh. Hofrath K. E. Hasse,

Professor der spez. Pathologie u. Therapie,

Herrn Hofrath J. Henle,

Professor der Anatomie,

in Göttingen,

widmet diese Arbeit aus dankbarer Liebe

der Verfasser.

*) Die Art des Knochens und seine Vertheilung von Ch. Lehy in den Göttinger Nachrichten, Nr. 22, 1857, pag. 322.

Seinen Schriften

Herrn Hofrath W. Braun,

Professor der Chirurgie

Herrn Geh. Hofrath K. E. Hassel,

Professor der spec. Pathologie u. Therapie

Herrn Hofrath J. Henle,

Professor der Anatomie

in Göttingen

widmet diese Arbeit aus dankbarer Liebe

der Verfasser.

Vorwort.

Indem ich im Verfolge von Untersuchungen über die Schambeinsymphyse in den mikroskopischen Verhältnissen dieser letzteren manche mit den bisher geläufigen Ansichten nicht übereinstimmende Punkte zu finden glaubte, wurde ich zu einer Revision der Frage über den Bau des hyalinen Knorpels und die Vorgänge seiner Verknöcherung veranlasst. Ich stehe deshalb auch nicht an, beide Arbeiten zugleich zu veröffentlichen, zumal sie einander theilweise ergänzen.

Der erstern habe ich nur noch eine Rechtfertigung ihres Titels vorausszuschicken. Ich habe diesen gewählt, weil er als vollkommen indifferenter auf keine besondere Eigenschaft der Schambeinverbindung sich bezieht und somit auf alle Fälle passt, was z. B. derjenige einer Synchronosis nicht gethan hätte. — In Betreff der Literatur bemerke ich, dass es nicht in meiner Absicht lag, dieselbe vollständig zu liefern.

Die Untersuchungen über den hyal. Knorpel und seine Verknöcherung wurden in ihren Hauptresultaten bereits früher veröffentlicht*). Auch ihnen habe ich nur wenig, was die Methode anbetrifft, beizufügen. Wo es immer anging, wurden frische oder nur kurze Zeit in Weingeist erhärtete Präparate angewendet, ohne dass zwischen beiden ein wesentlicher Unterschied sich herausgestellt hätte. Zur Gewinnung sehr feiner Schnitte aber genügen diese nur in den wenigsten Fällen und erfordern erst ein sorgfältiges Trocknen, nach der von Henle angegebenen Methode, die sich mir als sehr empfehlenswerth erwiesen, ausser in den Fällen, wo es sich um Erforschung der Zellen handelt, da diese oft allzusehr dadurch leiden. In

*) Der hyaline Knorpel und seine Verknöcherung von Ch. Aeby in den Göttinger Nachrichten. Nr. 23. 1857. pag. 323.

Wasser quellen diese trockenen Schnitte sehr leicht und gleichmässig wieder auf; übrigens musste mir überall die gleichzeitige Beobachtung von frischen und getrockneten Präparaten zur sichern Controle dienen. — Bei der Verfolgung der Entwicklung foetaler Knochen war ich durchaus auf in Lösung von chromsaurem Kali aufbewahrte Rindsembryonen, welche Herr Prof. Henle mir zur Verfügung stellte, beschränkt, da ich mir schlechterdings keine frischen zu verschaffen vermochte. Immerhin können die hierdurch möglicherweise herbeigeführten Irrungen keine wesentlichen sein.

Um die Knorpelzellen isolirt zu erhalten, zeigte sich mir die Anwendung der Mineralsäuren, besonders der Salpeter- und Salzsäure, zur Lösung der Grundsubstanz nützlich. Wo es gilt, den ganzen Vorgang fortwährend zu beobachten, wird das Präparat am besten unter dem Mikroskope selbst gehörig lange Zeit mit der Säure behandelt. Sollten die Zellen gar zu blass geworden sein, so gewinnen sie durch etwas Wasser, das die aufgequollenen Membranen zu verdichten scheint, wieder bestimmtere und schärfer umschriebene Formen.

Was die Tafeln anbetrifft, so sind sie sämmtlich unter meiner Leitung von Herrn Kupferstecher W. Unger in Göttingen nach der Natur gezeichnet und gestochen worden, und bin ich ihm für die Sorgfalt, womit er sich dieses schwierigen Geschäftes entledigt, zu Danke verpflichtet.

Schiesslich fühle ich mich noch gedrungen, Herrn Hofrath Henle öffentlich meinen wärmsten Dank auszusprechen für die grosse Bereitwilligkeit, womit Er, nachdem Er mich zur Uebernahme vorliegender Arbeit aufgefordert, auch bei deren Ausführung mit Rath und That unterstützt hat. Auch den Herren Hofräthen Baum und Hasse bin ich für Ihre freundliche Beihülfe dankbar verbunden; mögen Sie darin, dass ich in Ihre Hand die erste Frucht selbstständiger Thätigkeit niederzulegen wage, einen Beweis erkennen, wie sehr ich wünsche, der mir von Ihnen bisher erwiesenen Liebe auch künftig theilhaftig zu bleiben.

Göttingen, im März 1858.

Der Verfasser.

Einführung

DIE

SYMPHYSIS OSSIUM PUBIS.

Am Vorworte der Sache ergaben sich für die Eintheilung vorliegender Arbeit zwei Hauptabschnitte: der eine betraf den anatomischen Bau, der andere das Verhalten der Schambeinverbindung während der Schwangerschaft und Geburt zu besprechen.

Einleitung.

Die Frage nach dem Verhalten der Symphysis oss. pub. des Menschen sowohl im normal physiologischen Zustande, als auch namentlich während der Schwangerschaftsperiode und der Geburt ist nicht neu; zu allen Zeiten hatte sie, bald mehr aus wissenschaftlichen, bald mehr aus praktischen Gründen, das Interesse der Forscher erregt. Wenn trotzdem dieser scheinbar so einfache Gegenstand so wenig erledigt wurde, dass im Gegentheil nicht nur abweichende, sondern selbst einander widersprechende Meinungen, die alle auf Thatsachen und direkter Beobachtung zu fussen behaupteten, nebeneinander sich aufrecht erhielten, so möchte diess wohl aus den theils in zu beschränktem Maassstabe, theils zu einseitig angestellten Untersuchungen sich erklären lassen; denn die Grenzen, zwischen welchen das Verhalten dieser Verbindung schwankt, sind so weit gezogen, dass nur eine längere Reihe sorgfältiger Beobachtungen zur Auffindung eines leitenden Typus führen kann. Ich bin desshalb auch weit entfernt, auf die von mir erhaltenen Resultate mit allzugrosser Sicherheit bauen zu wollen; immerhin wird noch zur definitiven Erledigung mancher Punkte die Bearbeitung eines reicheren Materials, als mir zu Gebote stand, besonders von jüngern Personen, von Schwangern und Wöchnerinnen erforderlich sein, obgleich ich seit einem Jahr mit der dankbar anzuerkennenden Erlaubniss der Vorstände der hiesigen Institute fast alle Leichen der Kliniken und der Anatomie zur Untersuchung benutzte.

Aus der Natur der Sache ergeben sich für die Eintheilung vorliegender Arbeit zwei Hauptabschnitte: der eine hat den anatomischen Bau, der andere das Verhalten der Schambeinverbindung während der Schwangerschaft und Geburt zu besprechen.

A. Anatomie der Symphysis ossium pubis.

1. Geschichte derselben.

Die älteste Zeit besass nur spärliche Kenntnisse von dem Bau der Symphyse. Galen¹⁾ und Theophilus²⁾ bezeichnen sie einfach als Knorpelhaft und Avicenna³⁾ begnügt sich mit der Erwähnung einer festen Verbindung der Schambeine. Soran⁴⁾ dagegen lässt eine solche in beiden Geschlechtern auf verschiedene Weise, nämlich bei Männern durch einfache Harmonie der Knochen, bei Weibern vermittelt eines starken Bandes bewerkstelligt werden. Dasselbe wird später von Aëtius⁵⁾ fast wörtlich wiederholt. So absurd übrigens diese Ansicht auch klingen mag, so scheint sie doch sehr allgemein sich Geltung verschafft zu haben; denn noch Vesal⁶⁾ eifert gegen die Meinung der unwissenschaftlichen Aerzte (plebeji medici), dass beim männlichen Geschlechte die Schambeine verwachsen, beim weiblichen dagegen knorplig verbunden seien. Nach ihm, so wie nach seinem Schüler Valverdu⁷⁾ findet letzteres in beiden Geschlechtern statt und nimmt die Dicke der Knorpelscheibe mit zunehmendem Alter ab. Wie zahlreich die Anhänger dieser Lehre bis nahe an die Neuzeit gewesen, lehrt die Durchsicht der bezüglichen Werke⁸⁾. —

¹⁾ Galeni de usu partium lib. XIV. Cap. 13. — Op. omnia. (ed. Kühn) Tom. IV. pag. 199. Lipsiae 1822.

²⁾ Theophili de corp. hum. fabrica. V. 16. pag. 207. (ed. Greenhill) Oxonii 1842.

³⁾ Avicenna, lib. 1. Fen. 1. Doct. 5. Summ. 1. Cap. 25. Tom. 1. pag. 46. Venet. 1608.

⁴⁾ Sorani Ephesii de arte obstetricia morbisque mulierum μη'. pag. 105. (ed. Dietz) Regiimontii Prussorum 1838. καὶ γὰρ ἐπὶ τῶν γυναικῶν οὐχ ὥσπερ ἐπὶ τῶν ἀνδρῶν καθ' ἁρμονίαν συμπεφύκασι τὰ τῆς (sc. ἥβης ὁστά), ἀλλὰ σύνδεσμος ἰσχυρὸς ταῦτα πρὸς ἀλλήλα συνδεῖ.

⁵⁾ Aëtii Amideni de re medica lib. XVI. Cap. 22. pag. 125. Basil. 1535.

⁶⁾ A. Vesalii de corp. hum. fabrica lib. 1. Cap. 29. — Op. omn. (cura H. Boerhaave) pag. 111. Lugd. Batav. 1725.

⁷⁾ Anat. corp. hum. auct. J. Valverdo. lib. 1. Cap. 26 pag. 37. Venet. 1607.

⁸⁾ Jac. Sylvii in Hipp. et Gal. Physiol. partem anat. Isagoge. pag. 19. Venet. 1556. — F. Plateri de mul. part. generat. dicatis. Apud Spachium. Argentinae 1597. — V. Vidii de anatome lib. II. Cap. 8. pag. 68. Venet. 1611. — Hier. Fabricii ab Aqua pendente op. omnia anat. et phys. pag. 338. Lugd. Batav. 1738. — C. Bauhini anatom. lib. I. Cap. 48. pag. 169. Sumpt. Joh. Th. De Bry 1620. — A. Laurentius, hist. anat.

Columbus¹⁾ findet die Vereinigung durch Knorpel so fest, dass sie eher den Namen einer Verwachsung verdiene (*connata rectius quam conjuncta* [sc. ossa pubis]), während ganz verschieden hiervon Santorini²⁾ wegen ihrer Lockerung bei der Geburt ihr den Charakter einer Synchronrose absprechen zu sollen glaubt, da nach seiner Erfahrung wahrer Knorpel wohl gebogen, niemals aber gedehnt werden könne.

Ein wesentlicher Fortschritt in dieser Lehre geschah durch die Erkenntniss der zusammengesetzten Structur der die beiden Schambeinäste verbindenden Masse. Bereits Veslingius³⁾ scheint mir diese richtigere Auffassung gehabt zu haben, wenn er berichtet, dass jedes Knochenende mit Knorpel überzogen und mit demjenigen der andern Seite durch circuläre und membranöse Bandmasse verbunden werde. — Bertin⁴⁾ lässt beide durch eine theils bandartige, theils knorplige Lage (*une couche de substance en partie ligamenteuse, en partie cartilagineuse*) zusammentreten; während Hunter⁵⁾ sich mit Bestimmtheit für eine die beiden überknorpelten Schambeinäste verbindende, eher fasrige als knorplige (*rather ligamentous than gristly*), den Zwischenwirbelbändern ähnliche und durch äussere Gewalt leicht zerreissliche Substanz erklärt. Im Foetus⁶⁾ findet

hum. corp. lib. II. Cap. 31. pag. 69. Francoforti ap. M. Beckerum (ohne Jahreszahl). — Spigelii de corp. hum. fabrica lib. II. Cap. 3 u. 24. pag. 36 u. 72 Francofurti 1632. — Th. Bartholini anatom. reform. lib. IV. C. 16. pag. 511. Lugd. Batav. et Roterod. 1669. — Diemerbroeck, anat. corp. hum. pag. 820. Genevae 1679. — Al. Monro, the anatomy of the human bones and nerves. pag. 218. Edinburgh 1750. — Haller, elem. physiol. Tom. VIII. lib. 29. Sect. V. §. 10. pag. 435. Bernae 1766. — Albini de sceleto hum. Cap. 126. §. 10. pag. 475. Leidae 1762. — J. G. Roedereri element. art. obstetric. §. 17. pag. 9. (ed. Wrisberg). Gottingae 1766. — J. M. Thierry, diss. de partu diff. etc. Cap. 1. §. 11.: Thesaurus dissert. vol. 3. pag. 195. Lugd. Batav. 1778. — Jac. Guillemeau, tables anat. pag. 22. A Paris 1598. — Verdier, abrégé de l'anat. du corps humain. Tom. 1. pag. 101. A Bruxelles 1759. — M. Puzos, traité des accouchemens, publié par Morisot Deslandes. pag. 7. A Paris 1759. — Duverney, oeuvres anat. Tom. 1. pag. 411. A Paris 1761.

¹⁾ Realdi Columbi de re anat. lib. II. Cap. 13. pag. 190. Parisiis 1572.

²⁾ Santorini observat. anat. Cap. 11. §. 4. pag. 210. Venet. 1724. — Ex quo (sc. ossium diductione) id mihi consequi videtur, eorum ossium connexionem non per synchronosim effici, quum quae legitimae cartilaginee sunt flecti quidem: at distrahi, ut mihi compertum est, patiantur nunquam.

³⁾ J. Veslingii Syntagma anat., Cap. 2. pag. 13. Amstelod. 1663. Cartilaginem extremis suis induit, ligamentoque tum circulari, tum membranoso proximi lateris ossi probe colligatur.

⁴⁾ Bertin, traité d'ostéologie. Tom. 3. Cap. 24. pag. 202. A Paris 1754.

⁵⁾ W. Hunter, medical observations and inquiries. Vol. II. pag. 334. London 1762.

⁶⁾ l. c. pag. 335.

er ganz denselben Bau wie im Erwachsenen; eine Höhle als normaler Befund ist ihm nicht bekannt. — Nach De La Motte¹⁾ besteht nur im Kinde der Symphysenknorpel aus zwei Stücken, ist dagegen im Erwachsenen einfach. — Bonn²⁾ erhielt ähnliche Resultate wie Hunter. Nach ihm wird die zwischenliegende Bandmasse nach der Pubertät in ihren hintern Partien elastischer und weicher, und erhält im Alter eine derjenigen der Zwischenwirbelbänder ähnliche Beschaffenheit; eine wenig umfängliche Spalte findet sich, wenn nicht Schwangerschaft vorausgegangen war, nur ausnahmsweise, vielleicht als Folge von Schmelzung oder Zerreissung des nur geringen Widerstand leistenden Gewebes. — Eigenthümlich ist die Ansicht, welche von Sandifort³⁾ Albin unterbreitet wird. Nach dieser würden beide Knochenflächen durch gesonderte Knorpelscheiben (*distincta cartilagine*) in der Art überdeckt, dass die eine etwas wenig concav, die andere dagegen convex sei, wodurch das Ganze Aehnlichkeit mit einer Arthrodie erhalte. Sandifort selbst will in Einem Falle (l. c.) einen Bau gefunden haben, der fast den Namen einer wahren Arthrodie verdiente; übrigens ist nach ihm beim weiblichen Geschlechte das Vorkommen zweier besonderer, mehr oder weniger von einander abstehender, zuweilen durch faserige Zwischensubstanz verbundener Knorpel Regel⁴⁾. — Creve⁵⁾ lässt beide Knorpelscheiben ringsum, indem sie zu gleicher Zeit ein bandartiges Wesen annehmen, ungetrennt in einander übergehen, während sie in der Mitte durch einen feinen und dichten Zellstoff an einander befestigt werden. Durch Austrocknen soll dieser verschwinden und auf diese Weise Anlass zur Entstehung eines Hohlraums geben. — Boyer⁶⁾ kennt bereits die Existenz einer Höhle in beiden Geschlechtern; die Vereinigung der beiden Knorpelhälften wird nach ihm durch ein sehr festes ligamentöses Gewebe bewerkstelligt, dessen quer verlaufende Fasern in concentrisch geschichteten, nach innen allmählig un-

¹⁾ De La Motte, traité complet des accouch. Tom. 1. pag. 5. A Paris 1765.

²⁾ Over het Maaksel en de beweeglijke Loswording der Been-vereenigingen van het Bekken, etc. in den Verhandelingen van het Bataafsch Genootschap te Rotterdam. III Deel. pag. 272 — 274. Te Rotterdam 1777.

³⁾ Sandifort, de pelvi. §. 5. — Im Thesaur. diss. Vol. 3. pag. 179. Lugd. Batav. 1778.

⁴⁾ Sandifort, observat. anatomico-pathol. lib. II. Cap. 1. pag. 54. (adnot. m.) Lugd. Batav. 1778.

⁵⁾ C. C. Creve, vom Baue des weiblichen Beckens. pag. 53 und 54. Leipzig 1794.

⁶⁾ A. Boyer, traité complet d'anatomie. Tom. 1. pag. 250. A Paris 1797.

deutlich werdenden Lagen angeordnet sind. — Tenon¹⁾ glaubt zwei verschiedene Typen der Bildung aufstellen zu müssen; in dem einen fehlt die Spaltung: der Knorpel ist einfach; in dem andern ist sie vorhanden: der Knorpel ist doppelt. Ersterer findet sich bei Männern, letzterer bei Frauen häufiger. In seltenen Fällen kann durch eine doppelte Spaltung selbst ein dreifacher Knorpel erzeugt werden. — Nach Sömmerring²⁾ werden die überknorpelten Schambeinäste einfach durch quer liegende Sehnen- oder Bandfasern zusammengehalten; eine Höhle beobachtete er, abgesehen von der Schwangerschaft, nur einmal bei einem Knäbchen. — In neuerer Zeit endlich schien man ziemlich allgemein geneigt, der Schambeinfuge einen ähnlichen Bau wie den Zwischenwirbelbändern zuzuschreiben³⁾. Die mehr oder weniger concentrisch geschichteten fibrösen Lagen sollten nach innen zu einen Kern von gallertartiger Beschaffenheit und unter Umständen auch eine kleine Höhle einschliessen. — Nach Barkow⁴⁾ verhält sie sich je nach dem Alter verschieden; bei neugeborenen Kindern ist sie reine Synneurosis, die sich aber allmählig, besonders hinten und oben zur Synchondrosis und schliesslich, bei Weibern in der Regel, bei Männern nur ausnahmsweise, zur wirklichen Hemiarthrosis umwandelt. — Erst vor Kurzem wurde die ganze Lehre einer Revision unterworfen. Zuerst zeigte Zaglas⁵⁾ von neuem das allgemeine und normale Auftreten einer Höhle in jedem Alter und Geschlecht; doch erstreckten seine Untersuchungen sich abwärts nicht weiter als bis zu 10 Jahren. Dagegen dehnte Luschka⁶⁾ diesen Ausspruch auch auf das Kindesalter aus. Zuletzt hat Henle⁷⁾ die Sache wieder besprochen. Nach ihm geht das ganze Gebilde in seinen Dimensionen sowohl wie in seiner Textur zahlreiche Verschieden-

¹⁾ Mémoires de l'institut des sciences etc. Tom. VI. pag. 178 und 172. Paris 1806.

²⁾ Th. Sömmerring, de corp. hum. fab. Tom. II. §. 45. pag. 28. Trajecti ad Moenum 1794.

³⁾ Hildebrandt, Handbuch der Anatomie des Menschen (bes. von E. H. Weber). Band 2. pag. 187. Braunschweig 1830. — Krause, Handbuch der menschlichen Anatomie. Band 1. pag. 320. Hannover 1841. — Scanzoni, Lehrbuch der Geburtshilfe. pag. 7. Wien 1855.

⁴⁾ H. Barkow, Syndesmologie. pag. 73. Breslau 1841.

⁵⁾ Zaglas, on the symphysis pubis and its contained cavity. — Im Monthly Journal of medical science. Vol. 13. pag. 489. 1851.

⁶⁾ Luschka, die Kreuzdarmbeinfuge und die Schambeinfuge des Menschen. In Virchow's Archiv. Band VII. pag. 310.

⁷⁾ Henle, Handbuch der Bänderlehre des Menschen. pag. 117 u. ff. Braunschweig 1856.

heiten ein, und ist die Zwischensubstanz theils faserknorplig, theils rein fibrös. In Bezug auf das Vorkommen einer Höhle im kindlichen Alter kann er Luschka nicht beistimmen.

Somit ergibt sich auch nach den neuesten Untersuchungen die Sache noch nicht als erledigt.

2. Bau der Symphysis oss. pub. im Allgemeinen.

Die eigenthümliche Lage der Symphyse als vorderes Schlussstück des Beckenringes stellte an den Bau derselben gewisse Anforderungen, welche, ohne der physiologischen Bedeutung dieses letzteren zu schaden, nicht vernachlässigt werden durften. Einestheils musste dieselbe fest genug sein, um nicht durch die Möglichkeit einer Verschiebung beider Schambeinäste beim Gehen und Stehen den Körper seines festen Stützpunktes zu berauben; andrentheils aber war im ganzen Apparate wiederum eine gewisse Elastizität und Nachgiebigkeit nöthig, wenn er den schädlichen Folgen mechanischer Einflüsse nicht allzu sehr unterworfen sein sollte. Beiden Bedingungen hat die Natur in der Form einer fasrigen Substanz genügt, die Festigkeit und Elastizität genug besitzt, um, zwischen beiden Knochenenden eingeschoben, die doppelte Funktion eines Bindemittels und eines heftige Stösse mildernden Polsters zu erfüllen. In letzterer Beziehung wirkt noch der Umstand vortheilhaft, dass während eines grossen Theils des Lebens die inneren Partien der Schambeine bloss knorplig vorgebildet sind; zugleich helfen ringsum angelagerte, mehr oder weniger mächtige Bandmassen die Haltbarkeit und Widerstandsfähigkeit der ganzen Verbindung vermehren. Wir erhalten somit zur gesonderten Betrachtung vier Gebilde, von denen je zwei, nämlich Knochen und Knorpel einerseits, Zwischensubstanz und Bandmasse andererseits in engster Beziehung zu einander stehen. Die beiden ersten treten als seitliche Begrenzungstheile paarig, die beiden letztern als Mittelstücke unpaarig auf.

3. Bau der Symphysis oss. pub. im Speciellen.

a. Knochenfläche.

Um eine richtige Anschauungsweise von den einander zugekehrten Flächen der Schambeine zu gewinnen, ist ihr Studium in Verbindung mit den knorpligen Theilen der Symphyse unerlässlich; denn wenn auch das skelettirte Becken uns dieselben im Allgemeinen als mehr oder weniger höckrige,

convexe und von einer ovalen Linie umschriebene Flächen zeigt, so sind doch manche feinere Strukturverhältnisse theils durch die Maceration verloren gegangen, theils in ihrer Isolirung nicht leicht verständlich.

Nur ganz junge Symphysen lassen der Durchsichtigkeit ihres Knorpels wegen, besonders wenn man sie gegen das Licht hält, schon von aussen die Umrisse des Knochens erkennen. In allen Fällen dagegen reicht ein frontal durch die Mitte und ein horizontal durch das Ende des obern Drittheils der Symphyse gelegter Schnitt hin, um über die Verhältnisse ihrer knöchernen Begrenzungsflächen jeden wünschbaren Aufschluss zu erhalten. Es ergiebt sich hierbei zunächst als allgemein gültiges Gesetz, dass mit der Entfernung vom Kindesalter die Mannigfaltigkeit und Unregelmässigkeit der Formen wächst, um später einer einfachern und gleichmässigeren Bildung wieder Platz zu machen.

Das durch den Frontalschnitt gegebene Bild unterliegt verhältnissmässig nur geringen Schwankungen. Während der Knochenrand in früher Jugend eine flachgewölbte, ziemlich gleichmässig gerundete Linie darstellt, streckt sich diese mit zunehmendem Alter immer mehr zu einer geraden, die nach oben mit kurzem scharfem Bogen in den obern, nach unten je nach dem Geschlechte unter verschieden stumpfem Winkel in den untern Ast des Schambeins übergeht. Eine eigenthümliche Bildung stört die Einfachheit dieses Verhältnisses. Früh schon zeigt der Rand leichte Wellen, die mit der Zeit stärker sich entwickeln und schliesslich zu einem Systeme abgerundeter, oft ausserordentlich zierlich und regelmässig gestellter Vorsprünge werden (Taf. I. Fig. 12 u. 13). Sie bilden den Ausdruck einer Reihe von Wülsten, die mit grösserer oder geringerer Unterbrechung quer von hinten nach vorn über die Knochenfläche weglaufen und ohne Zweifel für die Festigkeit ihrer Verbindung mit dem Knorpel nicht ohne Belang sind. Uebrigens hat schon Tenon¹⁾ dieselben gekannt und beschrieben. Am entwickeltsten habe ich sie nach der Pubertät angetroffen, wo sie bei entsprechender Breite eine Höhe von zwei Millimetern und darüber besaßen. Später ist ihre Bildung nicht mehr so ausgezeichnet; sie werden unregelmässiger und verwischen sich mehr und mehr, ohne jedoch gänzlich wieder zu verschwinden, indem noch im höchsten Alter mehr oder weniger ausgesprochene Wellenbiegungen an dieselben erinnern.

¹⁾ l. c. pag. 162.

Weit wechselnder und mannigfaltiger sind die Resultate, wie sie sich aus einem Horizontalschnitte ergeben. Hier besitzt der Knochenrand beim Kinde die Form eines oft in hohem Grade regelmässigen Halbkreises (Taf. I. Fig. 1 u. 2), die aber sehr bald durch die Tendenz zur Kantenbildung gestört wird. Vor allem wächst der hintere Quadrant zu einem spitzen Winkel aus; der vordere dagegen untergeht mehr eine einfache Streckung, in Folge deren er mit der vordern Fläche des Schambeines unter stumpfem Winkel zusammentrifft (Fig. 3). Das relative Lagerungsverhältniss der aus den beiden Kreisabschnitten entstandenen Linien kann hierbei ein verschiedenes sein. In manchen Fällen treten sie unter einem stumpfen Winkel zusammen, so dass ihnen entsprechend eine nach innen und eine zugleich nach vorn gerichtete, durch eine scharfe Kante von der andern getrennte Fläche entsteht (Fig. 10). Von hier aus finden sich die mannigfaltigsten Uebergänge bis zu dem Punkte, wo beide Flächen in eine einzige zusammenfallen, was fast constant im Alter stattfindet. Selten ist dieser freie Knochenrand auch nur einigermaassen regelmässig; beinahe immer entstehen durch ungleiches Vorschreiten der Verknöcherung mannigfache Vorsprünge und Einbuchtungen, deren vielgestaltige Formen nicht das Gesetz, sondern der Zufall beherrscht. Nur ausnahmsweise sind sie beiderseits einander entsprechend. Näher auf eine Beschreibung derselben einzugehen, wäre unnütze und vergebliche Mühe; doch mag jener Fall Erwähnung finden, wo beiderseits symmetrisch eine Knorpelinsel rings von Knochensubstanz umschlossen wird, oder wo in gleicher Weise vom vordern Rande des hyalinen Knorpels aus ein zweiter Knochenkern sich entwickelt, welcher dann zur Bildung einer Knocheninsel führt, welche sich wie eine vordere, von der Hauptmasse des Knochens durch einen schmalen Knorpelstreifen abgeschnürte Kante des Schambeines ausnimmt. Einen solchen Fall hat Bonn¹⁾ abgebildet. Einmal fand ich beiderseits symmetrisch zwei solcher isolirter Knochenkerne, einen obern und einen untern. Immerhin sind dergleichen Vorkommnisse selten.

Die Veränderungen, welche durch Zunahme des Alters in der beschriebenen Bildung herbeigeführt werden, sind zweierlei Art. Einmal schreitet die Verknöcherung in der Weise verschieden rasch vor, dass sich ihre Grenzlinie um ihren hintern Endpunkt dreht; es kehrt sich hierdurch das Verhältniss zwischen vordern und hinterm Winkel allmähig um, und

¹⁾ l. c. Pl. IV. Fig. 4. — Text pag. 269.

wird ersterer spitzer, letzterer stumpfer, was freilich nicht selten in Folge störender Einflüsse, namentlich dadurch, dass die vordere Kante abgestutzt erscheint, unklar wird. Dann aber gleichen auch die Unregelmässigkeiten immer mehr sich aus, so dass im höheren Alter beide Verknöcherungslinien meist ziemlich gerade und einander parallel verlaufen (Fig. 5). Theilweise oder vollständige Verschmelzung derselben mit mehr oder weniger Spuren vorangegangener Entzündung, wovon E. Gurlt¹⁾ eine Anzahl von Fällen gesammelt und abgebildet hat, habe ich nie zu beobachten Gelegenheit gehabt.

Eine eigene Asymmetrie entsteht dadurch, dass beide Knochenränder nach derselben Seite hin verbogen sind; in geringerem Grade findet solches nicht selten statt, zuweilen aber tritt es in solchem Maasse auf, dass beide Ränder beinahe parallel verlaufenden Abschnitten eines verhältnissmässig nur kleinen Kreises entsprechen.

Ebenso selten zeigt sich eine abnorme Bildung darin, dass der eine der beiden Schambeinäste um ein Merkliches schmaler als der andere ist, was natürlich die regelrechte Form der zwischenliegenden Theile in entsprechender Weise beeinträchtigt.

Bemerkenswerth ist noch der auch von Henle²⁾ erwähnte Umstand, dass der früher von spongiöser Substanz gebildete Knochenrand sehr oft im höhern Alter eine compacte Rindenschicht als Ueberzug erhält, welche continuirlich in diejenige des übrigen Knochens sich fortsetzt. Es hängt diess, wie wir später sehen werden, mit einer Modification des Verknöcherungsprozesses zusammen und findet zu einer Zeit statt, wo dieser zu erlöschen beginnt und nur noch geringe Ueberreste des hyalinen Knorpels sich erhalten haben.

b. Hyaliner Knorpel.

Die beschriebene Knochenfläche erhält einen Ueberzug von hyalinem Knorpel, der durch sein ganzes Verhalten sich als noch nicht verknöcherten Theil des Schambeines erweist. Wenn schon die Umwandlung seiner oberflächlichsten Schichten in compacte Rindensubstanz dahin gedeutet werden könnte, so wird die Sache dadurch über allen Zweifel erhoben, dass er, wie namentlich frontale Durchschnitte jüngerer Symphysen (Taf. 1. Fig. 12) lehren, die direkte Fortsetzung der noch

¹⁾ Ueber einige durch Erkrankung der Gelenkverbindungen verursachte Missstaltungen des menschlichen Beckens. pag. 14 u. ff. Berlin 1854.

²⁾ a. a. O. pag. 118.

unverknöcherten, erst knorplig präformirten Partie des untern Schambeinastes bildet; er unterscheidet sich von ihr in nichts als in seiner ausserordentlich langsamen und erst spät vollendeten Verknöcherung. Seine Oberfläche entspricht im Allgemeinen derjenigen des Knochens; daher besitzt er in der Regel die Gestalt einer mehr oder weniger regelmässig concav-convexen Scheibe, die nach vorn, nach oben und unten scharf zuläuft, nach hinten aber wie abgeschnitten in der Ebene der Knochenfläche endet, bei älteren Individuen selbst etwas über sie hinausragt und hierdurch die Entstehung eines wulstartigen Vorsprunges veranlasst, der sich allmählig gegen den obern und untern Rand der Symphyse hin verflacht. Durch Verknöcherung der bezüglichen Partien erhält auch der Knochen an dieser Bildung Antheil.

Beide Knorpelscheiben sind in ihrem hintern Abschnitt einander sehr genähert und divergiren nach vorn. Ihre innere Oberfläche erleidet durch fortschreitendes Wachsthum denjenigen der Verknöcherungsfläche ganz analoge Veränderungen der Form, ohne aber an den Unregelmässigkeiten derselben zu participiren. Nach aussen hin hängen sie im frischen Zustande sehr fest mit dem Knochen zusammen; nur bei jungen Symphysen lassen sie sich verhältnissmässig leicht davon abreißen, was wohl auf der zartmaschigen Struktur dieses letzteren beruht. — Die Mächtigkeit des ganzen Gebildes muss zufolge seiner fortwährenden Umwandlung eine mit dem Alter wechselnde sein; beim Kinde ist sie nicht nur relativ, sondern auch absolut am bedeutendsten. Im spätern Mannesalter ist es meist bis auf geringe Spuren vollständig verschwunden. Als Folge der früher beschriebenen Weise, in welcher die Verknöcherung vorschreitet, geht es zuerst in seinem vordern Abschnitte verloren, obschon dieser anfänglich den hintern an Dicke übertraf. — Henle (a. a. O. pag. 118) erwähnt eines gewiss sehr seltenen Falles, wo die beiderseitigen Knorpelscheiben durch eine Brücke von hyaliner Knorpelsubstanz zusammenhängen.

Ueber ihr übriges Verhalten lässt sich nur wenig sagen. Während der Jugend und der Blüthenjahre bieten sie das gewöhnliche Aussehen und die bläulich-milchweisse Färbung des hyalinen Knorpels. Ersteres geht mit zunehmendem Alter verloren; letztere wird milchweiss, trüb und matt, selbst gelblich. Bei jüngern Individuen zeichnet sich, namentlich nach längerem Liegen in Weingeist, unmittelbar am Knochenrande eine vom übrigen Knorpel scharf abgegränzte, schmale Schicht durch gelbliche Färbung aus; später zu betrachtende mikroskopische Verhältnisse bedingen diese Erscheinung.

Schliesslich bleibt nur noch das Vorkommen jener Kanäle zu erwähnen übrig, wie sie in allen ossificirenden Knorpeln sich finden. In der Jugend ist dasselbe constant und selbst zur Zeit der Pubertät noch nicht allzuselten. Sie münden ebensowohl an der äussern, wie an der innern Oberfläche und fallen durch ihre weissliche, oder, wenn sie Blut enthalten, röthliche Färbung leicht in die Augen. In zwei Fällen habe ich eine der Knorpelscheiben in ihrer ganzen Dicke von einem ziemlich dicken faserigen Strange, der ohne Zweifel einem solchen Kanale seine Entstehung zu verdanken hatte, quer durchsetzt gefunden.

c. Zwischensubstanz.

a) *Eigentliche Fasermasse.*

Wenn, wie beim Neugeborenen in der Regel, die beiden einander zugekehrten überknorpelten Schambeinflächen nach allen Richtungen hin gleichmässig abgerundet sind, so müsste eigentlich der zwischen beiden gebildete Raum die Gestalt einer regelmässigen, elipsoiden, biconcaven Linse erhalten. Indessen greift der Umstand störend ein, dass die beiden erwähnten Knochen wohl in derselben Horizontal-, nicht aber in derselben Frontalebene liegen, vielmehr unter einem Winkel in der Art zusammenstossen, dass ihre vordern Abschnitte von einander entfernt, ihre hintern dagegen einander genähert werden. Diess Verhältniss wird später noch ausserdem dadurch gesteigert, dass der vordere Theil des Knochens in seiner Entwicklung dem hintern gegenüber zurückbleibt und wie abgestutzt erscheint. Es erhält somit der Raum die Form einer in ihrer Längsachse halbierten, biconcaven elipsoiden Linse, die nur bei ganz jungen Kindern sich bisweilen nach hinten zu wieder etwas erweitert, mit zunehmendem Alter aber immer mehr zusammengepresst wird und einer einfachen Scheibe sich nähert. Uebrigens kommt diese reine, ideale Form selten genug zur Beobachtung; meist ist sie durch Unregelmässigkeiten aller Art, oft bis zur Unkenntlichkeit, entstellt. Denken wir uns diesen Raum mit einer faserigen Masse dicht ausgefüllt, wie ausgegossen, so erhalten wir jenes einfache, unpaare Gebilde, das ich nach dem Vorgange von Luschka Zwischensubstanz genannt habe, das eigentliche Constituens der Symphyse, wodurch die Verbindung beider Knochenenden bewerkstelligt wird.

Diese Zwischensubstanz lässt sich an frischen Präparaten meist nur schwierig unterscheiden; in Weingeist tritt sie dagegen nach einiger Zeit sehr scharf und deutlich als gelbliche,

mit dem Alter dunkler werdende Masse aus ihrer hellen Umgebung hervor. Von einer concentrischen Schichtung mit gallertartiger Erweichung der innersten Lagen, wie sie so häufig angenommen wurde und wohl auch noch wird, habe ich mich nie überzeugen können; höchstens zeigt sie in ihren Uebergängen zu den sie umlagernden Bandmassen Andeutungen einer solchen. In einem Falle habe ich dieselbe am hintern Ende der Symphyse undeutlich schaalig um die von einer Höhle eingenommene Höhenachse geordnet gefunden und Spuren einer solchen Bildung noch anderwärts mehrfach angetroffen.

Das erste Auftreten der Zwischensubstanz beobachtete ich in einem 9^{dm.} langen Foetus, wo in einem etwa 0,1^{mm.} breiten Streifen die durchschnittlich 0,008^{mm.} grossen rundlichen Zellen sich spindelförmig verlängert hatten, um später durch einen Prozess, der mir nicht ganz klar geworden ist, in eine faserige, bindegewebige Substanz sich zu verwandeln. Anfänglich bildet diese nur eine ausserordentlich dünne Schicht, die so wenig fest an ihren seitlichen Begränzungsflächen haftet, dass schon unvorsichtiges Durchschneiden der Symphyse die Verbindung aufhebt und so zur Entstehung einer Höhle Veranlassung giebt, die wohl von der später vorkommenden natürlichen zu unterscheiden ist. Reisst hierbei, was zuweilen geschieht, die Zwischensubstanz beiderseits los, so spannt sie sich beim sorgfältigen Auseinanderziehen der beiden Knorpel als dünne durchsichtige Membran von einem zum andern hinüber. Durch die fortdauernde bindegewebige Umwandlung der innersten Knorpelpartieen gewinnt sie immer mehr an Ausdehnung. Beim Neugeborenen fand ich sie von wechselnder Stärke; in manchen Fällen war sie so gering, dass nur günstige Beleuchtung, oder noch besser leichte Verschiebung der Schambeine sie sichtbar werden liess, während sie dagegen in andern, wie z. B. in dem Tab. 1. Fig. 1 gezeichneten, bis zu 1 Millimeter Querdurchmesser besass; immer aber war sie mit ihrer Umgebung so fest verbunden, dass sie in keiner Weise sich davon trennen liess.

Um diese Zeit schon beginnt an die Stelle des mehr reinen Bindegewebes immer bestimmter Faserknorpel zu treten, und zwar einerseits dadurch, dass die in jenem bisweilen enthaltenen zelligen Gebilde immer entschiedener den Charakter von Knorpelzellen erhalten, andererseits aber dadurch, dass bei der Zerfaserung des nunmehr an Grundsubstanz reicher gewordenen hyal. Knorpels immer weniger seine Zellen durch Auswachsen und Abplattung ihre Natur umändern, vielmehr immer mehr in der Form der eigentlichen Knorpelzelle persistiren. Eine solche

Umwandlung von hyal. Knorpel in Faserknorpel scheint nach dem zwanzigsten Jahre, wo letzterer in seinem hintern Abschnitte einen Durchmesser von 4—5^{mm}. besitzt, nur noch in geringem Grade stattzufinden. — Das Auftreten von Knorpelzellen im Bindegewebe selbst zeigt sich stets zuerst am hintern Abschnitte der Symphyse und bedingt, nach vorn sich ausdehnend, ein Längenwachsthum des Faserknorpels, das möglicherweise lange Zeit hindurch fort dauert; wenigstens bildet der vordere Rand des Faserknorpels noch im mittlern Alter einen nach vorn concaven, hinter beiden Knochenenden zurückstehenden Bogen, während er sich später ziemlich geradlinig von dem einen zum andern hinüberspannt; auch scheint die direkte Messung für eine solche Zunahme zu sprechen. In dieser Entwicklungsweise liegt der Grund, wesshalb zwischen dem Faserknorpel und den umliegenden Bandmassen keine scharfe Gränze zu ziehen ist, sondern ein allmäliger Uebergang sich geltend macht; dasselbe gilt, wenn auch nur in geringem Grade, für sein Verhalten dem hyal. Knorpel gegenüber. Wie durch ein solches Hervorwachsen des einen Gewebes aus dem andern ihre gegenseitige Verbindung ausserordentlich innig und gegen Trennung geschützt werden muss, liegt auf der Hand.

Mikroskopisch zeigt der fertige Faserknorpel ein ziemlich verschiedenes Ansehen. Immer ist er dunkel, doch bald mehr mit dem Charakter des Punktirten, bald mehr mit demjenigen des Streifigen. In letzterm Falle können wiederum die einzelnen Faserzüge einander vorwiegend parallel, oder aber in der mannigfaltigsten Weise sich durchkreuzend und die eingeschlossenen Knorpelzellen maschenartig umschliessend verlaufen. Von der fast rein bindegewebigen Zwischensubstanz der frühern Perioden bis zum unveränderten hyal. Knorpel stuft er sich in so allmäliger Weise ab, dass er, beide durch eine continuirliche Entwicklungsreihe verbindend, als interessante Uebergangsstufe derselben erscheinen muss. Dieser wechselnden histologischen Beschaffenheit gemäss ändert sich auch das übrige Verhalten der Zwischensubstanz ab. Sie erscheint um so weicher und nachgiebiger, je mehr sie aus rein zelligen Elementen sich hervorgebildet hat, wie im jugendlichen Alter, und um so fester und derber, je mehr jene später zurücksinken und durch die sich zerfasernde starre hyaline Grundsubstanz ersetzt werden. Durch Essigsäure wird sie unter allen Umständen heller und durchsichtiger.

Fälle von theilweiser oder vollständiger Verknöcherung derselben sind nurausserordentlich selten zur Beobachtung gekommen.

β) *Höhle.*

Verhältnissmässig nur selten bleibt die Zwischensubstanz auf der beschriebenen Stufe stehen, vielmehr wird sie in der Regel durch das Auftreten einer mehr oder weniger weit gediehenen Spaltung complizirt, das man nur uneigentlicher Weise mit dem Namen einer Höhlenbildung belegt hat, da für gewöhnlich ein Lumen nicht vorhanden ist. Immerhin aber mag der Bequemlichkeit halber der einmal gebräuchliche Ausdruck beibehalten werden.

Das erste Erscheinen dieser Höhle also fällt nach meinen Beobachtungen in das Knabenalter. Vom 7. Jahre an ist dasselbe als Regel zu betrachten, während es vorher gänzlich fehlt. Wenn Luschka (a. a. O. pag. 310) ein solches vor der angegebenen Zeit gefunden haben will und darauf aufmerksam macht, dass die kleine Höhle durch das Hervordringen der Fasermasse leicht verwischt werden könne, so hat dieses letztere freilich seine Richtigkeit; allein ebenso sehr hat man sich auf der andern Seite zu hüten, eine beim Auseinanderziehen der Symphyse durch Einsinken des lockern und elastischen Gewebes entstandene Vertiefung, welche allerdings die Grösse eines „Stecknadelknopfes“ besitzen mag, für eine natürliche Höhle zu halten. Am einfachsten würde eine solche Verwechslung daran erkannt, dass beim Auseinanderziehen eines aus der Mitte der Symphyse herausgenommenen Querstücks die fragliche Höhle sich auf beiden Seiten derselben zeigen muss; etwas anderes ist mir auch nie vorgekommen.

Ihre Entstehung beruht darauf, dass die bereits erwähnten Knorpelzellen der Zwischensubstanz durch einen äusserst regen Theilungsprozess grosse, von einer verdichteten Schicht ihrer Umgebung oft membranartig umschlossene Zellenhaufen (die man nicht für Mutterzellen halten darf) erzeugen, welche, indem sie fettig zerfallen, zur Bildung grösserer oder kleinerer, allmähig zu einer gemeinschaftlichen Höhle zusammenfliessender Lücken führen. In der Symphyse eines 7jährigen Knaben, wo ich eine solche zuerst fand, besass sie bereits eine Länge von 6 Millimetern. Wo sie nach dieser Zeit fehlte, zeichnete sich an der betreffenden Stelle das Gewebe nicht selten durch grössere Weichheit und Nachgiebigkeit aus.

In ihrem äussern Auftreten ist sie mancherlei Modificationen unterworfen. Nur darin bleibt sich ihr Verhalten constant, dass sie stets am hintersten Ende der Zwischensubstanz, meist nur durch das derbe Periost geschlossen, beginnt und von dort in der Längenchse des Faserknorpels nach vorn zieht. Von diesem letztern wird sie somit beiderseits begränzt; seinem

obern Ende liegt sie meist etwas näher als seinem untern, nach beiden Richtungen hin sich verjüngend. Weitaus in den meisten Fällen bildet sie eine einfache gerade Spalte, deren Länge von wenigen Millimetern bis zur Durchsetzung des ganzen Faserknorpels wechseln kann. Zuweilen weicht sie von dieser geraden Richtung, theils in Uebereinstimmung mit derjenigen des Knorpels, theils aber selbstständig ab und erscheint dann einfach gekrümmt, S-förmig (Taf. 1. Fig. 6) oder selbst mehrfach hin- und hergebogen. Uebrigens kann ein und dieselbe Höhle in Folge unregelmässiger Bildung der Begränzungsflächen bei verschiedenen Querschnitten ein wechselndes Bild darbieten. Nur sehr selten ist sie von der Mitte der Zwischensubstanz auf eine Seite derselben versetzt, oder wird sie von einer Querwand theilweise durchzogen¹⁾.

Ziemlich oft dagegen wird sie durch Theilung mehrfach. Wie verschieden sich diese hierbei auch verhalten mag, so bleibt sie sich doch darin constant, dass sie stets nach vorn gerichtet erscheint. Der Fall, wo sich die in ihrem hintern Abschnitte einfache Höhle an ihrem vordern Ende einfach gabelförmig theilt (Fig. 7), worauf beide Aeste parallel den beiden Rändern des Faserknorpels verlaufen und ein spitzwinkliges Stück desselben zwischen sich fassen, ist verhältnissmässig selten. Gewöhnlich ist der mittlern Hauptspalte in irgend einem Punkte ihres Verlaufes eine Seitenspalte in der Weise schief aufgesetzt (Fig. 8b), dass beide nach oben und vorn divergiren. Es kann hierbei selbst geschehen, dass beide in ihrem obern Verlaufe durch die Scheidewand vollkommen getrennt werden und auf einem Querschnitte das Ansehen zweier scheinbar selbstständiger Höhlen darbieten (Fig. 8a); und vielleicht lassen sich alle Beschreibungen letzterer Art (Luschka a. a. O. pag. 310. — Tenon a. a. O. pag. 172) auf eine ähnliche Bildung zurückführen. Uebrigens bot der von mir beobachtete und abgebildete Fall insofern besonderes Interesse, als die seitliche Spalte nicht wie gewöhnlich zwischen hyalinem und Faserknorpel, sondern längs des Knochenrandes durch die Masse des ersteren verlief, so dass dieser theilweise mit zur Bildung der Scheidewand verwendet wurde. Ich stehe davon ab, für diese ganz abnorme Bildung eine Erklärung geben zu wollen; möglich, dass hier mechanische Einflüsse eine Rolle gespielt hatten. — Was die Grösse dieser Seitenhöhle anbetrifft, so wechselt sie ganz ausserordentlich. Oft ist sie so klein, dass sie nur wie ein kleiner Einriss an der Wand der Haupthöhle

¹⁾ Ein solcher Fall bei Bonn, a. a. O. Pl. IV. Fig. 3.

erscheint, oft aber auch wieder so bedeutend, dass sie diejenige dieser letztern um das Mehrfache übertrifft. Wo sie bis zum vordern Ende des Faserknorpels reicht, schlägt sie sich gemeinhin zwischen ihm und den davor liegenden Bandmassen quer zur andern Seite hinüber (Fig. 8 b), so dass seine zwischen beiden Höhlen liegende keilförmige Partie von ihrer Basis bisweilen fast ganz abgeschnitten wird. In der Symphyse eines 24jährigen Mannes war diese seitliche Höhle nur stellenweise ausgebildet und in ihrem übrigen Verlaufe durch eine helle Linie angedeutet.

Die beiden Innenflächen der Höhle lagern dicht an einander, so dass die eine den treuen Abdruck der andern bildet; von einem besondern Inhalte kann somit unter normalen Verhältnissen nicht die Rede sein. Stets aber finden sie sich in höherm oder geringerm Grade mit einer schmierigen Lage überdeckt, welche im spätern Alter oft schmutzig grau aussieht, und unter dem Mikroskope sich als freies Fett und Detritus ausweist. Trockene Präparate zeigen bisweilen Ablagerungen von Trippelphosphatkrystallen. Von Auskleidung mit einer Synovialhaut ist nie eine Spur vorhanden.

Die Höhlenwände selbst sind bei allen jungen Individuen vollkommen eben und nur von einer dünnen Schicht Faserknorpel überzogen, welcher aber auf Kosten des hyalinen Knorpels immer mehr zunimmt und später in seinen innersten Partien stets Bildung von Zellenhaufen mit nachfolgendem Zerfalle derselben zeigt. Oft wird in Folge davon seine innere Oberfläche in der verschiedensten Weise höckerig; ja es können selbst einzelne Partien sich fast vollständig lostrennen und zur Bildung von frei in die Höhle ragenden Anhängseln führen, die häufig sehr abenteuerliche Formen (als Blätter, Knollen u. dergl.) besitzen, und bald mehr vereinzelt auftreten, bald dichtgedrängt und von beiden Seiten ineinandergreifend zusammenliegen. Manchmal ist der Stiel, worauf sie sitzen, so dünn, dass er leicht abreißt und die Gebilde dann frei in der Höhle zu liegen scheinen, was übrigens auch wohl im Leben schon vorkommen mag. Luschka beschreibt in seiner schon mehrfach citirten Abhandlung namentlich an der vordern Höhlencommissur eigenthümliche Gebilde, die er für den Synovialzotten verwandte Bildungen hält. Weit schöner sind dieselben auf der Oberfläche der ebenerwähnten Anhängsel zu sehen, wo sie unter dem Mikroskope so vielfach wechselnde, faden-, büschel-, keulenförmige, in der mannigfaltigsten Weise sich verästelnde Formen darbieten, dass ihre Existenz als typisch selbstständiger Gebilde in hohem Grade zweifelhaft werden

muss. In der That sind sie auch jenen grössern makroskopischen Formationen vollkommen analog und verdanken gleich ihnen ihren Ursprung dem durch die histologischen Verhältnisse bedingten, eigenthümlichen Zersetzungsprocesse, worin die Höhlenwände sich fortwährend befinden. Weit entfernt, etwa aus dem Boden, worauf sie stehen, hervorgewachsen zu sein, sind sie vielmehr die Ueberreste der fasrigen Grundsubstanz des Faserknorpels, welche länger als die in sie eingelagerten Zellen dem Zerfalle zu widerstehen vermögen (Taf. 8. Fig. 3). — Offenbar zeigt sich in diesem ganzen Vorgang die grösste Analogie mit dem von Ecker in kranken Gelenkknorpeln beschriebenen; und es ist von Interesse, eine dort pathologische Bildung hier normal physiologisch auftreten zu sehen.

Unverkennbar tritt mit dem Auftreten der oben beschriebenen Höhle die Symphyse aus der Reihe der einfachen Synchondrosen heraus und in die Nähe der eigentlichen Gelenkverbindungen. Es kann somit keineswegs überraschen, durch die allmäligen Uebergänge hindurch schliesslich zu einer Stufe zu gelangen, die wir, wenn auch dem wahren Gelenke nicht geradezu als analog, doch wenigstens als sehr nahestehend bezeichnen müssen. Ich hatte Gelegenheit, zwei besonders ausgezeichnete Fälle der Art zu beobachten. Beide betrafen jüngere Frauen, von denen die eine (Fig. 10) sich zufällig im 5.—6. Schwangerschaftsmonate befand; ich sage zufällig, weil diess, wie wir später darthun werden, mit der genannten Bildung in keinerlei Zusammenhang stehen konnte. Beide Symphysen zeichneten sich schon im unversehrten Zustande durch grosse Beweglichkeit aus, welche bei der einen selbst eine Faltenbildung in der hintern Bedeckungshaut zuliess. Beim Querschnitt ergaben die beiden überknorpelten Knochenenden sich als vollständig getrennt, von einer äusserst dünnen Schicht Faserknorpel bedeckt und nur durch den sie umgebenden Bandapparat zusammengehalten. Die Innenfläche dieses letztern war glatt und glänzend, doch ohne Epithelialbeleg. Einer der Fälle war dadurch noch von besonderem Interesse, dass die Höhle hinten beiderseits und vorn links um die Kante der hyalinen Knorpelscheibe mehrere Millimeter lang sich herum-schlug und so die Gestalt eines fast vollständigen I darbot (Fig. 9).

d. Bandapparat.

Sämmtliche bisher beschriebene Theile der Symphyse werden nach aussen von fibrösen Lagen umschlossen. Wir haben bereits oben darauf hingewiesen, dass eine scharfe Grenze zwischen

ihnen und der Zwischensubstanz nicht zu ziehen ist, dass es vielmehr Regionen giebt, die in jeder Beziehung sowohl auf die eine, als auf die andere Seite gestellt werden können. Ueber die Beziehungen ihrer einzelnen Abschnitte zu einander sind verschiedene Ansichten aufgestellt worden; sie wurden bald einfach als fibröser Ring (*annulus ligamentosus*, Weitbrecht¹⁾) aufgefasst, bald in mehrere besondere Bänder zerlegt (so Haller²⁾), in ein vorderes, hinteres, oberes und unteres (Hunter a. a. O. — Cruveilhier³⁾). — Indessen ergibt sich bei näherer Untersuchung, dass die Aufstellung eines besondern, der Verbindung der Schambeine eigenthümlichen Bandapparates kaum gerechtfertigt ist. Höchstens verdient die auf der hintern Fläche der Symphyse unter dem Periost gelegene Schicht Anspruch auf Selbstständigkeit, um so mehr, als sie durch ihr ganzes Verhalten in innigerer Beziehung zur ganzen Verbindung zu stehen scheint. Während sie nämlich für gewöhnlich sehr unbedeutend ist, nimmt sie mit der Entwicklung der Höhle an Mächtigkeit zu, dergestalt, dass sie bei hohen Graden dieser letztern eine Dicke von mehreren Millimetern erreichen kann (Fig. 10), und in diesen Fällen die bereits oben erwähnte durch das Vorstehen des hyalinen Knorpels hervorgebrachte Hervorwulstung beträchtlich vermehren hilft. — Auf der vordern Seite dagegen ist von einer solchen Schicht nichts zu sehen; vielmehr ist, wenn je eine der Symphyse eigene Bandlage sich vorfindet, dieselbe durch Verfilzung mit den Insertionssehnen der bezüglichen Bauch- und Schenkelmuskeln vollkommen als besonderes Gebilde verschwunden. Bei dieser Auffassungsweise erklärt es sich, wesshalb diese vordern Bandpartieen die hintern an Mächtigkeit so sehr übertreffen. Sie bilden eine im Alter derbe, besonders in ihrer obern Hälfte stärkere und dort 6 bis 10 Millimeter dicke Lage, welche seitlich continuirlich in die Muskelsehnen sich fortsetzt. Indem sie sich um den obern und untern Rand der Symphyse herumschlagen, um in die Bandfasern der hintern Fläche überzugehen, gewinnen sie grössere Selbstständigkeit und sind an diesen Stellen oft als *lig. arcuatum superius* und *inferius* beschrieben worden. Ersteres füllt einfach den vom Faserknorpel übrig gelassenen Raum bis zum Niveau

¹⁾ J. Weitbrecht, *Syndesmologia*. Sect. 4. §. 50. pag. 130. Petropoli 1742. — Auch Sömmerring l. c.

²⁾ A. Haller, *elementa physiolog.* Tom. VIII. lib. 29. Sect. 5. §. 10. pag. 435. Bernae 1766.

³⁾ Cruveilhier, *anatomie descriptive*. Tom. 1. pag. 449. Paris 1834.

des obern Schambeinrandes aus und ist viel schwächer als letzteres. Dieses nimmt in ziemlich constanter Mächtigkeit von 7—8 Millimetern den obersten Theil des durch Divergenz der absteigenden Schambeinäste entstandenen Winkels ein und endet, indem es sich nach unten mehr oder weniger keilförmig zuspitzt, mit einem stumpfen, nach unten gewöhnlich schwach concaven Rande¹⁾; derselbe muss aus begreiflichen Gründen bei Weibern etwas länger sein als bei Männern. Bei Kindern ist es verhältnissmässig stärker entwickelt, indem seine Höhe bereits 6—7 Millimeter beträgt. In den Handbüchern wird es unter sehr verschiedenen Namen angeführt²⁾.

Alle diese Bänder bestehen aus theils quer, theils längs verlaufenden Fasern, und besitzen einen concentrisch geschichteten Bau, der gegen den Faserknorpel hin allmählig sich verliert.

Am schönsten zeigen sich diese Verhältnisse auf einem Mediandurchschnitte der Symphyse (Fig. 14). Die ganze Peripherie wird von dem beschriebenen Bandapparate eingenommen, welcher nach innen die Zwischensubstanz mit ihrer Höhle, wo sich eine solche findet, umschliesst. Der Umriss der Symphyse zeigt hierbei die Form einer mehr oder weniger regelmässigen Ellipse mit stärker convexem vordern Rande und unten stumpf ausgezogener Spitze. In ältern Individuen findet dieselbe sich nicht selten zu einer mehr abgerundet dreieckigen umgewandelt, was der stärkern Entwicklung des Wulstes auf der hintern, und der Bandmassen auf der vordern obern Seite zuzuschreiben ist.

4. Männliche und weibliche Symphyse.

Abgesehen von jener abenteuerlichen Ansicht, welche der männlichen Symphyse einen von demjenigen der weiblichen durchaus verschiedenen Bau zuschrieb, so haben doch seit langem die Beobachter für die letztere ein von demjenigen der erstern in manchen Punkten abweichendes Verhalten angenom-

¹⁾ J. Weitbrecht, l. c. Commissura cartilaginea ossium pubis annulo aliquo ligamentoso obvolvitur, qui in adultis ad notabilem densitatem compactus ac compressus in externa sede protuberantiam aliquam efficit, inferne autem inter binorum ossium crura angulum non adeo acutum, sed magis concameratum, seu testudineatum efformat, cui urethra commodius accumbere possit.

²⁾ Lig. annulare inferius M. J. Weber. — lig. pubis inf. Cruv. — lig. pelvis ant. triangulare Bourgery. — ligament triangulaire Boyer. — lig. arcuatum pubis Henle.

men. Schon Vesal (a. a. O.) macht darauf aufmerksam, dass bei Weibern die Verbindungslinie der Schambeine kürzer sei als bei Männern; und fast alle spätern Autoren sprechen ausserdem der erstern einen nicht nur dickern, sondern auch weichern und nachgiebigern Zwischenknorpel zu¹⁾. Nach Blasius²⁾ scheint derselbe bei Männern bisweilen sogar ganz zu verschwinden. — Auch nach Entdeckung einer in ihm sich findenden Höhle war man sehr geneigt, das weibliche Geschlecht, wenn nicht ausschliesslich, doch wenigstens vorzugsweise damit zu bedenken (so Boyer³⁾, Barkow⁴⁾). — Genauere und namentlich statistische Messungen, wodurch allein Irrungen durch ungefähres Abschätzen oder in Folge individueller Verhältnisse vermieden werden können, sind indessen, soviel mir bekannt ist, bis jetzt noch nicht angestellt worden. Wie bedeutend aber diese Fehlerquellen sind, ergiebt sich leicht, wenn wir den überlieferten Ansichten die in vorliegenden Tabellen niedergelegten, auf Thatsachen beruhenden Zahlen gegenüberstellen.

a. Höhen- und Dickendurchmesser der Symphyse.*

Alter (in Jahren)	Männer			Weiber		
	Zahl der Fälle	Höhe	Dicke	Zahl der Fälle	Höhe	Dicke
15—30	12	48,7 (46—54)	16,3 (13—19)	12	47,9 (43—55)	15,7 (12—18)
Nach 30	24	53,7 (46—60)	18,7 (16—23)	13	50,1 (42—55)	17,1 (11—21)
Mittlere Zahl	36	51,2	17,5	25	49	16,3

¹⁾ F. Plater, l. c. — C. Bauhinus, l. c. lib. I. Cap. 49. pag. 171. — Spigelius, l. c. lib. II. Cap. 24. pag. 72. Linea aspera, qua diximus inter se haec (sc. pubis) ossa committi, in foeminis multo brevior est, ac in maribus; at cartilago contra, ipsa ossa inter se connectens, duplo crassior, laxior ac mollior. — Th. Bartholini l. c. pag. 511. — Diemerbroeck, l. c. pag. 820. — Bouvart, bei Haller, disput. anatom. select. Vol. V. pag. 380. Gottingae 1750. — Albin, l. c. pag. 475. — Louis, de l'écartement des os du bassin. In den Mémoires de l'acad. roy. de Chirurgie. Tom. IV. pag. 64. A Paris 1768. — Verdier, l. c. pag. 104. — Sömmerring, l. c.

²⁾ Ger. Leon. Blasii Comment. in syntag. anat. J. Veslingii. pag. 20. Amstelodami 1659. Crassior haec et mollior in mulieribus quam in viris, in quibus aliquando plane disparere videtur.

³⁾ l. c. pag. 251.

⁴⁾ l. c. pag. 73.

* Anmerkung. Die Zahlen sämtlicher Tabellen sind in Millimetern angegeben: die in Klammern eingeschlossenen bezeichnen die Grenzwerte der beobachteten Fälle. — In vorliegender Tabelle bezieht sich die Dicke bloss auf den eigentlichen Faserknorpel; in der Höhe dagegen ist das sog. lig. arcuatum sup. et inf. mit inbegriffen. Mag solches auch etwas unlogisch sein, so glaube ich es doch mit der Schwierigkeit,

Wenige Worte genügen zur Erläuterung dieser Tabelle. Zunächst ergibt sich aus derselben, dass die Werthe für das weibliche Geschlecht durchschnittlich etwas geringer angesetzt sind; indessen ist der Unterschied zu unbedeutend, als dass daraus irgend welcher Vorthail abgeleitet werden könnte; ausserdem erklärt er sich leicht aus dem den Weibern eigenen feinern Knochenbau. Räthselhaft dagegen bleibt es, wie noch nach dem 30. Jahre eine Zunahme der Durchmesser stattfinden kann. Wenn auch für die Dicke die Sache sich leicht aus einer Fortdauer der bereits früher besprochenen Faserknorpelbildung ableiten liesse, so ist doch für die Gesamthöhe der Symphyse eine solche Erklärungsweise nicht zulässig, und bleibt kaum etwas anderes übrig, als ein wirkliches Wachstum derselben anzunehmen. Freilich würde eine solche Annahme der gewöhnlichen Ansicht, dass bis zum Mannesalter das Skelett seine höchste Entwicklung erreicht hat, widersprechen; ob aber letztere wirklich richtig ist, möchte immerhin durch spezielle Untersuchungen noch zu beweisen sein. Jedenfalls kann von Zufall oder Täuschung kaum die Rede sein, da die Messungen überall in gleicher Weise angestellt wurden und auch in beiden Geschlechtern zu demselben Resultate führten.

Zur Zeit der Pubertät hat die Symphyse ihre normale Grösse ziemlich erreicht. In der vorhergehenden Periode ist sie natürlich in allen Richtungen verhältnissmässig kleiner; einjährige Kinder boten ungefähr die Hälfte der Werthe für Erwachsene bis zum 30. Jahre, indem sie für die Höhe 21, für die Dicke 7—8 Millimeter ergaben.

b. Querdurchmesser der Symphyse.

Alter (in Jahren)	Männer			Weiber		
	Zahl der Fälle	Vord. Abstand	Hint. Abstand	Zahl der Fälle	Vord. Abstand	Hint. Abstand
1 — 14	3	13,7 (12—16)	6,7 (5—8)	4	16,2 (13—18)	8,3 (5—12)
15 — 30	12	17,3 (15—22)	6,4 (3—10)	12	19,1 (15—23)	7,3 (4—13)
30 — 50	11	10,4 (5—20)	5,4 (3—10)	8	9,5 (5—17)	4,6 (3—7)
Nach 50	13	11,5 (5—21)	4,3 (2—6)	5	11 (6—19)	4,5 (3—6)

Die besondere Form ihrer seitlichen Begrenzungsflächen macht die Messung zweier Linien erforderlich, deren eine

ja Unmöglichkeit, die Grenze dieser Bänder genau zu bestimmen, und mit dem offenbar innigeren Verbinde, in dem sie zu der Verbindung der Schambeine stehen, entschuldigen zu können. Durch Abzug von 10—14 Millimetern würde sich die ungefähre Höhe des Faserknorpels selbst ergeben.

zwischen den vordern Kanten, die andere zwischen den hintern Abschnitten der beiden Schambeine liegt. Man hat sich zu hüten, bei ältern Symphysen häufig vorkommende abnorme Auswüchse der vordern Fläche nicht mit erstern zu verwechseln.

Im Gegensatze zum Höhen- und Dickendurchmesser ergibt sich hier mit vorschreitendem Alter nicht eine Zu-, sondern vielmehr eine Abnahme, da ja der hyaline Knorpel ein dem Untergange durch Verknöcherung verfallenes Gewebe ist. Indessen gestalten sich die Verhältnisse nicht so ganz einfach, und bei einer Vergleichung der vordern und hintern Abstände in verschiedenem Alter finden wir die Bestätigung dessen, was wir schon früher in Betreff des ungleichen Vorrückens des Verknöcherungsrandes ausgesprochen haben. Während nämlich der hintere Durchmesser von der Geburt an gleichmässig sich verringert, nimmt im Gegentheil der vordere erst bis zum 30. Jahre zu, freilich um nachher desto rascher zu sinken. Seine Zunahme ist in dem Dickenwachsthum der beiden Schambeine begründet, deren innere schief aufgesetzte Flächen natürlich um so mehr divergiren müssen, je länger sie sind. Mit dem 50. Jahre scheint der Verknöcherungsprozess wenn nicht sein Ende erreicht zu haben, doch wenigstens auf ein Minimum gesunken zu sein.

Von besonderem Interesse für uns sind die Resultate, welche sich aus einer Vergleichung der Zahlen für beide Geschlechter ergeben. Hier lehrt schon der erste Blick, wie grundlos die so vielfach ausgesprochene Ansicht von grösserer Knorpelbreite der weiblichen Symphyse ist, und wie Unrecht Bouvart hatte, wenn er (a. a. O.) bei dieser die Verknöcherung langsamer vorschreiten und erst später vollendet sein liess. Allerdings hat bis zur Pubertät das weibliche Geschlecht einen kleinen Vorsprung vor dem männlichen; allein schon in der folgenden Periode geschieht ein Schritt zur Ausgleichung des Verhältnisses und nach dem 30. Jahre vermag es ihm kaum mehr gleich zu kommen, geschweige denn es zu übertreffen. Woher wohl dieses auffallend wechselnde Verhalten? — So räthselhaft die Sache anfangs auch erscheinen mag, so lässt sie sich doch vielleicht ohne allzugrosse Schwierigkeit erklären. Der physiologische Zustand des männlichen Beckens bleibt sich unter normalen Verhältnissen während des ganzen Lebens ziemlich gleich; nicht so derjenige des weiblichen, das während den Blüthenjahren regelmässig in bestimmten Zwischenräumen von mit dem Geschlechtsleben des Weibes zusammenhängenden Blutcongestionen heimgesucht wird. Es ist somit hierdurch eine grössere Säftefülle gegeben, und gewiss liegt nichts Wider-

sinniges in der Annahme, dass durch eine solche, so gut wie noch manche andere Prozesse, auch der Verknöcherungsprozess energischer sich gestalte. Eingetretene Schwangerschaft würde ganz in derselben Weise zu wirken vermögen.

c. Dimensionen und Häufigkeit einer Höhle.

Alter (in Jahren)	Männer			Weiber		
	Zahl der Fälle	Höhe	Länge	Zahl der Fälle	Höhe	Länge
bis 6	3	—	—	5	—	—
7—15	3	16,7 (14—19)	7 (6—8)	3	16,5 (13—20)	7 (6—8)
16—30	7	19,7 (16—24)	6,6 (3—8)	10	22 (12—33)	7,9 (4—13)
Nach 30	18	22 (9—33)	8 (5—14)	12	32,7 (14—41)	9,7 (4—14)
Mittel	28	20,3	7,4	25	26,8	8,7

Wenn wir im Vorhergehenden zu dem Resultate gelangten, dass ein wesentlicher Unterschied in den Grössenverhältnissen der männlichen und weiblichen Symphyse nicht stattfindet, so findet dies keine Anwendung auf ihre Höhle, vielmehr macht sich hier sehr entschieden ein solcher geltend. Heben wir erst das beiden Gemeinsame hervor, so bemerken wir, wie schon früher angeführt worden, dass eine Höhle erst nach dem 6. Jahre auftritt. Mit wachsendem Alter nehmen constant auch ihre Durchmesser zu und zwar vorzugsweise die Höhe, ein Wachstum, das sich aus der Fortdauer jenes in Degeneration des Faserknorpels bestehenden Prozesses, dem sie überhaupt ihre Entstehung zu verdanken hat, erklärt. Wie aber ist es zu verstehen, dass derselbe beim Weibe so sehr viel energischer und intensiver vor sich geht, als beim Manne? Die Ursache muss jedenfalls ausserhalb des zerfallenden Gewebes gesucht und gefunden werden, da sich dasselbe in histologischer Beziehung in beiden Geschlechtern durchaus gleich verhält. Das einzige Moment, von dem ich glaube, dass es hier in Betracht kommen kann, ist wiederum dasselbe, von dem ich schon die raschere Verknöcherung der weiblichen Symphyse herzuleiten versuchte, nämlich die periodisch grössere Säftefülle des weiblichen Beckens; wenigstens würde damit auch die Erscheinung stimmen, dass erst nach der Pubertätszeit, somit nach Eintritt der geschlechtlichen Funktionen ein mit der Zeit immer bedeutender werdender Unterschied sich geltend macht. Steht auch der Faserknorpel in keiner oder wenigstens nur geringer direkter Verbindung mit dem Gefässsystem, so lässt sich doch

bei grösserer Blutfülle eine reichlichere Durchtränkung desselben und hierdurch gesetzter rascherer Zerfall seiner zelligen Elemente sehr wohl denken. Zugleich würde hierin der Grund für die sonst unerklärliche Thatsache zu finden sein, dass eine Höhle bei Weibern verhältnissmässig seltener fehlt, als bei Männern; nach meinen Beobachtungen war sie bei erstern unter 28 Fällen nur 2mal, bei letztern dagegen unter 38 Fällen 10mal nicht vorhanden. Natürlich kommt hierbei jene Periode, wo sie überhaupt normalmässig fehlt, nicht in Betracht. Hiermit hängt auch zusammen, dass die höhern Grade von Theilung der Höhle oder von gelenkartiger Bildung der Symphyse nur bei Weibern vorzukommen scheinen. Uebrigens machen sich bei der Entwicklung dieser Höhle so viele individuelle uns unbekannte Verhältnisse geltend, dass es ganz unmöglich ist, in einem gegebenen Falle das Verhalten derselben mit Sicherheit vorher zu bestimmen; in jeder Beziehung sonst gleiche Symphysen können zu sehr verschiedenen Resultaten führen, wie aus den in obiger Tabelle angeführten Gränzwerten sich ergibt.

d. Bandapparat der Symphyse.

Wesentliche Unterschiede der Stärke und Beschaffenheit desselben scheinen durch das Geschlecht nicht bedingt zu werden.

e. Beweglichkeit der Symphyse.

Die Beweglichkeit der Symphyse hängt offenbar von der Beschaffenheit der Zwischensubstanz und des Bandapparates ab, als der einzigen Theile, durch welche eine solche überhaupt möglich wird. Die grosse Weichheit und Nachgiebigkeit jener Gebilde in der Jugend verleiht dieselbe den Symphysen dieser Periode in ausgezeichnetem Grade; mit dem Alter nimmt sie aber immer mehr ab und geht schliesslich selbst ganz verloren; — so verhalten sich die Fälle, wo keine Höhle störend eingreift. Durch diese wird natürlich im Verhältniss zu ihrer Grösse und Ausdehnung der feste Verband der Schambeine gelöst, und das Zustandekommen der allmäligen Uebergänge von fast völliger Unbeweglichkeit bei geringer Entwicklung bis zu ansehnlicher Verschiebung bei excessiver Bildung derselben gegeben. Die oben berührten Verhältnisse gestatten daher den Symphysen der Weiber im Allgemeinen eine grössere Beweglichkeit, als denjenigen der Männer. Alte Symphysen sind von so straffen Bandmassen umlagert, dass selbst ungewöhnliche Höhlenentwicklung die Starrheit und Unnachgiebigkeit ihrer Verbindung nicht zu mildern vermag.

B. Die Symphysis ossium pubis während der Schwangerschaft und der Geburt.

1. Geschichtliches.

Der Streit über das Verhalten der Symphyse während der Schwangerschaft, wie er mit seltener Hartnäckigkeit Jahrhunderte lang geführt wurde, liefert einen schlagenden Beweis, wie in mangelhafter Naturbeobachtung unrichtige Speculationen eine Stütze zu finden vermögen, und wie leicht vorgefasste Meinungen zu ungerechter Beurtheilung der von Andern aufgestellten Ansichten führen können. Es kann nicht in unsrer Absicht liegen, denselben hier in allen seinen Einzelheiten darzulegen; wir werden uns vielmehr begnügen müssen, die Punkte, um welche er sich drehte, im Allgemeinen zu bezeichnen. Unserm anatomischen Standpunkte gemäss werden wir zugleich nur die für oder wider eine Veränderung der Symphyse vorgebrachten anatomischen Gründe zu berücksichtigen haben; kann ja doch auch der anatomische Befund allein als sichere Basis für unsre Schlüsse gelten.

Die einzige Frage, um welche es sich handelt, ist die, ob die Symphyse während der Schwangerschaft in ihrer Verbindung gelockert werde oder nicht. Das Alterthum hatte sie durchaus bejahend beantwortet. Schon Hippocrates¹⁾ leitet die heftigen Schmerzen der Erstgebärenden in der Beckengegend von Erweiterung des ganzen Beckens, mithin auch der Symphyse, ab (*διίσταται γὰρ σφέων τὰ ισχία*); und selbst in einem cabalistischen Werke der Juden²⁾ wird dieser Erscheinung als einer in der Vorsehung Gottes begründeten gedacht und dieselbe dem wunderbaren jährlichen Wechsel der Hirschgeweihe zur Seite gestellt. Soranus³⁾ und nach ihm Aëtius⁴⁾ führen die feste Vereinigung der Schambeine als

¹⁾ Hippocrates, de natura pueri. — op. omn. (ed. Kühn). Tom. 1. pag. 421. Lipsiae 1825.

²⁾ Nach Sev. Pinaei opusc. physiol. et anatom. lib. II. Cap. VII. pag. 158. Lugd. Batav. 1641.

³⁾ Sorani Ephesii de arte obstet. morbisque mul. *μή*. pag. 105 (ed. Dietz). Regimontii Pruss. 1838.

⁴⁾ Aëtii Amideni de re medica lib. XVI. Cap. 22. pag. 125. Basil. 1535.

ein Hinderniss der Geburt an, während Avicenna¹⁾ sich ähnlich wie die jüdische Cabala ausspricht und den ganzen Vorgang als zu den mächtigen Handlungen der Natur gehörig bezeichnet (et est operatio illa de operationibus fortibus naturalibus). Von allen zuerst war es Vesal²⁾, der dieses alt-hergebrachte Dogma anzugreifen wagte. Für und wider erhoben sich fortan die Stimmen; doch nur selten wurde einem der Triumph zu Theil, seine Gegner überzeugt zu haben; vielmehr war aller Grund vorhanden, über die „Hartköpfigkeit“ derselben zu klagen³⁾. Was Vesal gelehrt, erhielt durch zahlreiche Nachfolger Bestätigung, die alle eine Lockerung oder gar Dehiscenz der Symphyse theils als reine Unmöglichkeit und Lächerlichkeit⁴⁾ hinstellten, theils nur äusserst geringe Grade derselben zugeben wollten⁵⁾. — Bei den Gegnern dieser Lehre machte sich zunächst in Beziehung auf die Gesetzmässigkeit des Eintritts einer solchen Lockerung bedeutende Meinungsverschiedenheit geltend. Verhältnissmässig nur Wenige glaubten ihr bei jeder Geburt mit mehr oder weniger Entschiedenheit das Wort reden zu müssen⁶⁾; weitaus die meisten machten sie

¹⁾ Avicenna, lib. 3. Fen. 21. tract. 1. Cap. 2. p. 924. Venet. 1608.

²⁾ A. Vesalii de corp. hum. fab. lib. 1. Cap. 29. pag. 111. — op. omn. (cura H. Boerhaave). Lugd. Batav. 1725.

³⁾ Sev. Pinaeus, l. c. lib. II. Cap. 9. pag. 165. alii vero, quorum maxima turba est, cervices induruerunt, rationesque contrarias in medium adduxerunt.

⁴⁾ Anat. corp. hum. auct. J. Valverde lib. 1. Cap. 26. pag. 37. Venet. 1607. — Realdi Columbi de re anatomica lib. 1. Cap. 28. pag. 152. Parisiis 1572. — Cordaei in Hippocrat. lib. 1 de muliebr. Comm. 4. XXIV u. 7. XXVI. ap. Spach. pag. 637 u. 725. Argent. 1597. — Rod. A Castro, de mul. nat. lib. 1. Cap. 8. pag. 24. Hamburgi 1628. — Varandaei de morbis et affect. mul. pag. 128. Lugd. 1619. — Fernellii de hom. procreat. lib. VII. Cap. 11. Univers. medic. pag. 237. Genevae 1619. Widerpricht sich übrigens selbst, indem er anderwärts unter den Hindernissen der Geburt die allzufeste Vereinigung der Schambeine nennt. De part. quae sub diaphragm. sunt morbis. lib. VI. Cap. 17. l. c. pag. 447. — Peu, la pratique des accouch. pag. 184. Paris 1694. Je ne crois point, qu'ils aient part à la sortie (— les os pubis), si ce n'est pour y mettre souvent de l'obstacle et rendre le travail long et pénible. — De La Motte, traité complet des accouch. pag. 201. A Paris. 1721. — Mauriceau, traité des maladies des femmes grosses. Tom. 1. liv. 2. pag. 207. Paris 1740. — J. Mesnard, le guide des accouch. pag. 14. Paris 1743. — Voigt, de capite infant. abrupto, variisque illud ex utero extrah. modis. Gissae 1743. — Al. Monro, thy anatomy of the human bones and nerves. pag. 222. Edinburgh 1750.

⁵⁾ Lud. Mercati de mul. affect. lib. IV. Cap. 3. ap. Spach. pag. 1052 c. Argent. 1597. — A. Laurentius, hist. anat. hum. corp. lib. VIII. quaest. 33. pag. 337. Francoforti ap. Matth. Beckerum (Jahreszahl fehlt).

⁶⁾ C. Bauhini anat. lib. 1. Cap. 49. pag. 171. Sumpt. Joh. Th. de Bry. 1620. —

von gewissen Umständen, insbesondere solchen, welche die Geburt erschweren, abhängig¹⁾. Ja Röderer²⁾ leugnete selbst ihr Vorkommen im gesunden Organismus und setzte die Ursache derselben in höhere Grade von venerischen, skorbutischen, überhaupt kachektischen Zuständen, welcher Auffassung indess schon Morgagni³⁾ thatsächliche Beweise entgegenstellte. Auch Boyer⁴⁾ war geneigt, in der Lockerung eher eine krankhafte als naturgemässe Erscheinung zu sehen. Tenon⁵⁾ scheint der einzige gewesen zu sein, der für eine solche als nothwendig prädisponirendes Moment eine besondere anatomische Bildung, nämlich Spaltung des einfachen Symphysenknorpels voraussetzte, und auch den ganzen Vorgang nicht als der Schwangerschaft eigenthümlich und ihr allein angehörig hinstellte. — Zahlreiche Sectionen⁶⁾ hatten die genannte Veränderung, wie sie von vielen schon während des Lebens⁷⁾ theils aus sub-

Exsectio foetus vivi ex matre viva a Franc. Rosseto gall. conscript. Francoforti 1601. Sect. 1. Cap. 3. pag. 6. — Sev. Pinaeus, l. c. lib. II. Cap. V. pag. 137 et sequ. — Ambroise Paré, oeuvres compl. par J. F. Malgaigne. Tom. 2. Chap. 13. pag. 665. A Paris 1840. — Lud. Bonaciolus, de foetus formatione. Cap. VIII. pag. 171. Lugd. Batav. 1641. — J. Riolani Anthropographiae lib. VI. Cap. 12. pag. 406. Lutet. Paris. 1649. Sustinebo, non sine maxima ossium pubis dilatatione foetum egredi. — G. L. Blasii Comm. in Syntag. anat. J. Veslingii. pag. 21. Amstelodami 1659. — Fab. Hildani op. quae exstant omnia. Cent. VI. observ. 39. pag. 547. Francof. ad Moenum 1646.

¹⁾ Spigelii de corp. hum. fabrica lib. II. Cap. 24. pag. 72. Francof. 1632. — J. Veslingii Syntag. anat. Cap. 2. pag. 13. Amstelod. 1663. — J. Sculteti armament. chirurg. observ. 78. pag. 117. Ulmae Suev. 1655. — Diemerbroeck, anat. corp. hum. pag. 822. Genev. 1679. — Santorini observat. anat. Cap. 11. §. 4. pag. 209. Venet. 1724. — Jo. Bapt. Morgagni advers. anat. III. animadv. 15. pag. 76. Venet. 1762. — id. de sed. et caus. morb. lib. 3. epist. 48. 44. pag. 242. Venet. 1761. — Bertin, traité d'ostéologie. Tom. 3. Cap. 31. pag. 247. A Paris 1754. — Haller, elementa physiolog. Tom. VIII. lib. 29. sect. V. §. 10. pag. 435. Bernae 1766. — Sandifort, observat. anat.-patholog. lib. II. Cap. 1. pag. 55. Lugd. Batav. 1778.

²⁾ J. G. Roedereri element. art. obstetric. §. 22. pag. 11. (ed. Wrisberg). Gottingae 1766.

³⁾ Jo. Bapt. Morgagni de sed. et caus. morb. lib. 3. epist. 48. 45. pag. 243. Venet. 1761.

⁴⁾ Boyer, traité complet d'anatomie. Tom. 1. pag. 252. A Paris 1797.

⁵⁾ Mémoires de l'inst. des sciences etc. Tom. VI. pag. 179 u. 180. Paris 1806.

⁶⁾ Jac. Sylvii in Hippocrat. et Galeni Physiol. part. anat. Isagoge. pag. 21. Venet. 1556. — Spigelius, l. c. pag. 73. — H. Arnisaeci de partus hum. legit. term. pag. 276. Francofurti 1641. — J. Riolanus, l. c. pag. 405. — Santorini, l. c. — Morgagni, l. c. de sed. et caus. morb. — Ch. Guillemeau, de la grossesse. Liv. 2. Chap. 1. pag. 105. A Paris 1642. — Bertin, l. c. pag. 249. — Duverney, oeuvres anatom. Tom. 1. pag. 461. A Paris 1761.

⁷⁾ Jo. Veslingii observ. anat. et epist. med. (ed. a Th. Bartholino)

jectiven Gefühlen der Gebärenden, theils objectiv durch Auflegen der Hand auf die affizirte Stelle diagnostizirt worden war, zur Evidenz erwiesen. — Bei der einfachen Constatirung der Thatsache blieb man jedoch nicht stehen, vielmehr suchte man die Art und Weise ihres Entstehens zu erforschen. Zunächst schrieb man der grössern Breite und Weichheit des Zwischenknorpels in weiblichen Individuen einen in dieser Richtung vortheilhaften Einfluss zu; daher wollte auch Thierry¹⁾ die Möglichkeit einer Beckenerweiterung bloss für jüngere Frauen zugeben, deren Symphysen jene Eigenschaften noch in vollem Maasse besitzen, und leiteten Andre die verhältnissmässig bedeutendern Schwierigkeiten, womit Erstgebärende in höherm Alter zu kämpfen haben, von grösserer Trockenheit und Derbheit jener Gebilde her²⁾. Ausserdem aber sollten dieselben noch durch eine Art von Schwellungsprozess, dessen nähern Vorgang man sich auf verschiedene Weise dachte, zur Nachgiebigkeit bei der Geburt befähigter werden. Riolan³⁾ nahm zu diesem Zwecke eine salbenartige Feuchtigkeit (*humor unctuosus*) an und beschrieb selbst ein besondres Loch⁴⁾, durch das eine Vene, um ihn zu bescpülen, in den Knorpel treten sollte. Pinaeus⁵⁾ liess diesen ganz einfach mit einer schleimigen, warmen und milden Flüssigkeit (*humor mucosus, calore mediocri et benigno spiritu praeditus*) nach Art eines Schwammes sich vollsaugen. Nach Harvejus⁶⁾ geht die Schwellung vom Knorpel selbst aus und wird nicht durch Contact mit dem Fruchtwasser

25. pag. 117. Hagaecomitum 1740. — Ch. Guillemeau, l. c. pag. 104. J'ai entendu craquer et entrouvrir les dits os, ayant mis le doigt, y trouvant séparation manifeste. — Fab. Hildanus, l. c. — Morgagni, l. c. de sed. et caus. morb.

¹⁾ Thierry, de partu difficili etc. Cap. 1. §. 14. Bei Sandifort, Thesaur. dissert. Vol. 3. pag. 196. Lugd. Batav. 1778.

²⁾ Sev. Pinaeus, l. c. Cap. VI. pag. 146 u. 147. Sed unde id fiat si quis ex nobis quaesierit, dicemus siccitatem et primariam constrictionem praedictarum Symphyseon in causa esse, quae progressu aetatis contrahuntur: accedente enim senectute corpora exsiccantur, et humore suo benigno, spiritu et calore praedicto privantur quo partes singulae irrigantur, excrementitio vero abundant inutili et nocuo. — Franc. Rossetus, l. c. — Ch. Guillemeau, l. c. pag. 104. — H. Arnisaenus, l. c. pag. 278. — F. Deleboë, Sylvii prax. med. lib. 3. Cap. 7. §. 195. pag. 552. Amstelod. 1679. — Diemerbroeck, l. c. pag. 822. — Th. Bartholini, de insolit. partus hum. viis. Cap. 3. 4. pag. 17. Hagaecom. 1740. — Sandifort, de pelvi etc. §. 13. Thesaur. diss. pag. 189. — Bouvart, l. c. pag. 383.

³⁾ Riolanus, l. c. pag. 404.

⁴⁾ id. l. c. pag. 406.

⁵⁾ Sev. Pinaeus, l. c. pag. 138 u. 146.

⁶⁾ Harvejus, exercit. de generat. animal. Exercit. 57. pag. 196. Londini 1651.

bewirkt (non quidem ab aquosae substantiae profusione, sed sua sponte, ut fructus maturi excludendis suis seminibus solent hiscere); anderwärts¹⁾ vergleicht er den ganzen Vorgang mit der Sprengung der harten Schale durch den quellenden Keim oder der Zerspaltung der Felsen durch die zarten Wurzelfasern des Epheus. Von den spätern lässt Morgagni²⁾ ebenfalls einfach einen humor unctuosus wirken; andere dagegen, wie Spigelius³⁾, Bertin⁴⁾, Louis⁵⁾, Bouvart⁶⁾ machen auf den vermehrten Säftezufluss vor oder selbst noch während der Geburt aufmerksam; und letzterer hebt zugleich den mechanischen Einfluss hervor, den die Belastung durch das Kind auf die Erweiterung des Beckens haben müsse. — Unvollkommene Resorption der den Knorpel schwellenden Flüssigkeit sollte nach der Geburt zur bleibenden Verdickung desselben führen; und ganz folgerichtig wurde eine solche als um so beträchtlicher angenommen, je namhafter die Zahl der vorausgegangenen Geburten gewesen⁷⁾.

Was die Dauer des ganzen Schwellungsprozesses und somit auch der durch ihn gesetzten Erweiterung des Beckens anbelangt, so war man darüber einverstanden, dass er weder plötzlich mit der Geburt auftreten, noch wieder verschwinden könne. Man liess ihn daher allgemein theils gleichzeitig⁸⁾ mit der Schwangerschaft, theils erst später im Verlaufe derselben⁹⁾ beginnen und auch erst einige Zeit nach erfolgter Ausscheidung des Kindes sein Ende erreichen. Die Theorie erhielt tatsächliche Bestätigung durch jene nicht allzuseltenen Fälle, in welchen schon längere oder kürzere Zeit vor Ablauf der Schwan-

¹⁾ ib. de partu, pag. 270.

²⁾ Morgagni, de sed. et caus. morb. 3. 48. 45.

³⁾ Spigelius, l. c. pag. 73.

⁴⁾ l. c. pag. 247.

⁵⁾ Louis, de l'écartement des os du bassin. — Mém. de l'acad. roy. de chirurg. Tom. IV. pag. 82. A Paris 1768.

⁶⁾ An ossa innominata in gravidis et parturientibus diducantur? — In Haller, disput. anat. select. Vol. V. pag. 381. Gottingae 1750.

⁷⁾ Sev. Pinaeus, l. c. Cap. VI. pag. 149. — C. Bauhinus, l. c. Unde cartilago haec in illis, quae nunquam conceperunt, tenuis, sicca et exigua respectu aliarum existit, sed in iis, quae saepius enixae sunt, etsi longo post tempore moriantur, cartilago crasse reperitur; at in his, quae semel aut bis tantum peperere, medio se habet. — Diemerbroeck, l. c. pag. 820 u. 822. — Louis, l. c. pag. 64. — Bouvart, l. c. pag. 382.

⁸⁾ Ch. Guillemeau, l. c. pag. 105. — Louis, l. c. pag. 79.

⁹⁾ Sev. Pinaeus, l. c. pag. 137. — Morgagni, advers. anat. 3. 15. pag. 76. Venet. 1762. — id., de sed. et caus. morb. 3. 48. 45. Illa pelvis juncturarum dispositio in gravidis inchoata, in parturientibus aucta. — Riolanus, l. c. pag. 404. — Duverney, l. c. pag. 411.

gerschaft eine mehr oder minder auffällige Beweglichkeit der Schambeine sich bemerklich gemacht, und nach der Geburt nur allmählig sich wieder verloren¹⁾ hatte. Nach Weitbrecht²⁾ sollte letzteres durch die contractile Kraft (*contractili virtute*) des Bandapparates geschehen. — Wie übrigens die Einzelnen sich die Einflüsse der ausdehnenden Gewalt des Geburtsactes selbst auf den so präparirten Knorpel dachten, lässt in vielen Fällen bei der Unbestimmtheit der gewählten Ausdrücke sich durchaus nicht bestimmen. Nur verhältnissmässig wenige haben sich klar und deutlich darüber ausgesprochen und sich entweder für eine einfache Dehnung³⁾ entschieden oder unter Umständen selbst eine Zerreißung⁴⁾ für zulässig erklärt. Zu erwähnen ist, dass in den meisten der oben angeführten Sectionsberichte die Berichterstatter die beiden Schambeinenden getrennt und oft fingerbreit von einander abstehend gefunden haben; doch unterlassen sie die Erklärung dieser Erscheinung, obgleich sie anderwärts den Zwischenknorpel stets als einfach bezeichnen. Immerhin ist in jenen Angaben die Idee einer Zerreißung implicite enthalten. — Ein durchaus neuer Gesichtspunkt wurde durch Hunter⁵⁾ eröffnet. Derselbe hatte ebensowenig wie später Tenon (l. c. pag. 180) von der Schwellung des Knorpels sich überzeugen können, dagegen bisweilen in der Symphyse von Schwängern eine Höhle gefunden, die ihm ausserhalb dieses Zustandes zu fehlen schien. Widersprechende Thatfachen liessen ihn indessen nicht zu einem bestimmten Schlusse gelangen. Trotzdem, dass bald nachher eine Höhle in beiden Geschlechtern als normaler Befund nachgewiesen worden war, wurde die Hunter'sche Ansicht doch bis in die neueste Zeit festgehalten. Die Idee von der Schwellung des Zwischenknorpels trat hierbei allmählig in

¹⁾ D. Ludovici op. omnia. pag. 615. Francof. ad Moenum 1712. — Bertin, l. c. pag. 248. — Duverney, l. c. pag. 461. — Morgagni, de sed. et caus. morb. l. c. — W. Smellie, a collection of cases and observat. in Midwifery. Vol. 2. pag. 3. London 1764. — Sandifort, l. c. obs. anat.-path. pag. 54 u. 55.

²⁾ Weitbrecht, Syndesm. Sect. 4. §. 50. pag. 131. Petrop. 1742.

³⁾ Puzos, traité des accouch. publié par Morisot Deslandes. pag. 7. A Paris 1759.

⁴⁾ Ger. Leon. Blasius, l. c. In partu facili sola cartilaginis laxatio sufficit. In partu autem difficili, ubi foetus grandior, exitus angustior, sicciorque cartilago, nunc ossa pubis, nunc ossa ilium et sacrum, nunc utraque divelluntur, magis minusve, prout necessitas imperat. — Verdier, abrégé de l'anat. du corps humain. Tom. 1. pag. 107. A Bruxelles 1759.

⁵⁾ Medical observations and inquiries. Vol. II. pag. 338 und 339. London 1762.

den Hintergrund, obgleich noch allgemein grössere oder geringere Lockerung desselben angenommen wurde, von der indessen Kilian¹⁾ bestreitet, dass sie von Einfluss auf den Gang der Geburt sei. — Bonn²⁾ führt eine Anzahl von Fällen an, in denen er theils vor, theils nach der Entbindung eine Höhle gefunden hatte, während er ihr Vorkommen ausserhalb der Schwangerschaft läugnet. Ihre Entstehung sucht er sich theils durch Schmelzung des Gewebes im Verlaufe der Gravidität, theils durch Zerreissung desselben während des Geburtsactes zu erklären (l. c. pag. 275). — Noch Sömmering³⁾ huldigt dieser Annahme, dass die Höhle bloss in oder nach der Schwangerschaft vorkomme, in aller Strenge. Die meisten neuern Schriftsteller dagegen lassen sie, wie schon Sandifort⁴⁾ gethan, nur noch vorzugsweise nach einer solchen auftreten; jedoch scheinen sie es vermeiden zu wollen, sich mit allzugrosser Bestimmtheit über diesen etwas in Misskredit gekommenen Gegenstand auszusprechen. Zuletzt haben Luschka⁵⁾ und Barkow⁶⁾ für die Schwangerschaft nur noch eine höhere Entwicklung der Höhle, verbunden mit geringer Schwellung der ganzen Verbindung, in Anspruch genommen, indessen ist auch diese Auffassung bereits wieder durch Henle⁷⁾ zweifelhaft geworden.

2. Kritik der Theorien und Beobachtungen.

Der Rückblick auf die geschichtliche Entwicklung der ob-schwebenden Frage ist gewiss nicht geeignet, unsere Zweifel in Bezug auf die Beantwortung derselben zu lösen; finden wir doch als Vertreter der verschiedensten Meinungen Männer, deren Name für die Richtigkeit der Beobachtung und Gewissenhaftigkeit der Angabe bürgt. Wir sind somit durchaus auf uns selbst, oder vielmehr auf die Thatsachen angewiesen.

Vor allem ist es die Fassung der Frage selbst, welche einer nähern Präcision bedarf; gewiss hat der Mangel einer solchen

¹⁾ H. Fr. Kilian, die Geburtslehre von Seiten der Wissenschaft und Kunst dargestellt. pag. 169. Frankfurt am Main 1839.

²⁾ In den Verhandelingen van het Bataafsch Genootschap, 3. Theil. pag. 263 u. ff. Rotterdam 1777.

³⁾ Th. Sömmering, de corp. hum. fab. Tom. II. §. 45. pag. 28. Trajecti ad Moenum 1794.

⁴⁾ Sandifort, l. c. observat. pag. 54.

⁵⁾ Virchow's Archiv. Bd. VII. pag. 315.

⁶⁾ Barkow, Syndesmologie. pag. 73. Breslau 1841.

⁷⁾ Henle, Handbuch der Bänderlehre des Menschen. pag. 119. Braunschweig 1856.

nicht wenig zur Verwirrung beigetragen. Es sind nämlich die während der Schwangerschaft auftretenden Erscheinungen offenbar zweierlei Art; die einen sind die unmittelbare Folge des physiologisch veränderten Zustandes und hängen innig mit der Erziehung und Ausscheidung der Frucht zusammen: sie treten somit nothwendig im Gefolge einer jeden Schwangerschaft auf und werden meist in ihren exquisiten Formen nur durch diese hervorgerufen; die andern dagegen haben mit dieser als solcher nichts zu thun, sie entstehen mehr zufällig, vorzugsweise in Folge der durch jene gesetzten mechanischen Störungen, und werden auch oft genug ausserhalb derselben durch ähnlich wirkende Ursachen bedingt. Man könnte sie jenen erstern als physiologischen gegenüber vielleicht nicht mit Unrecht als krankhafte bezeichnen. Der eigenthümlichen Vergrösserung des Uterus liegt als spezifische Ursache die Conception zu Grunde; der Varix dagegen tritt in gleicher Weise auf, mag er in der Schwangerschaft drückenden Kindestheilen, oder ausserhalb derselben irgend welchen Störungen des Kreislaufes seine Entstehung verdanken. — Merkwürdigerweise hat man bis jetzt für die Lockerung der Symphyse immer nur das erste Moment geltend gemacht und dem zweiten höchstens eine sehr untergeordnete Rolle zugetheilt; man sprach von ihr nur als von einem Mittel zur Erleichterung der Geburt, und ihre Gegner machten stets als einen Hauptgrund ihren geringen Nutzen geltend.

Hätte die Lockerung wirklich einen solchen Zweck, so müsste sie, wenn nicht in allen, doch wenigstens in der Mehrzahl der Symphysen von Schwängern sich nachweisen lassen, und es würden diese somit in höherm oder geringerem Grade anatomische Veränderungen darbieten, die ihr ausserhalb dieses Zustandes abgehen. Es hat, wie wir oben gesehen, nicht an der Aufstellung von solchen gefehlt. Versuchen wir, ob sie den Prüfstein unserer gewonnenen anatomischen Kenntnisse aushalten. Wenn schon Santorini eine Dehnung mit dem Begriff des Knorpels so unvereinbar gefunden, dass er die Schambeinfuge aus der Reihe der Synchronosen streichen zu sollen glaubte, so müssen auch wir fast a priori schon jede Veränderung ihrer hyalinen Partien bestreiten, nachdem wir in ihnen nicht ein die Verknüpfung der Schambeine vermittelndes Gebilde, sondern den erst knorplig präformirten, aber noch unverknöcherten Theil derselben erkannt haben. Die Möglichkeit einer solchen muss sich somit auf die faserige Zwischensubstanz beschränken, und ihr wirkliches Eintreten müsste, wenn es wirklichen Nutzen gewähren sollte, bei der verhältnissmässig geringen Masse dieser letztern in um so auffälligerem

Grade stattfinden; doch muss ich gestehen, dass es mir nie hat gelingen wollen, bei Schwängern eine breitere, oder nur irgendwie merklich weichere Zwischensubstanz anzutreffen. Ausserdem ergaben auch direkte Messungen keinen Unterschied zwischen Symphysen ausserhalb oder innerhalb der Schwangerschaft. Schon hierdurch müsste die Behauptung derjenigen, welche nach stattgefundener Conception den Zwischenknorpel verdickt gefunden haben wollten, zweifelhaft werden, wenn sie nicht durch die oben mitgetheilten statistischen Resultate zur Evidenz widerlegt würde; denn obgleich die Mehrzahl der dort in Rechnung gebrachten Frauen Einmal, viele sogar öfter geboren hatten, so war doch im Querdurchmesser der Symphyse so wenig eine Zunahme zu bemerken, dass er vielmehr schon nach dem 30. Jahre denjenigen bei Männern kaum mehr zu erreichen vermochte.

Was das Vorkommen einer Höhle anbetrifft, so hat sich dasselbe als Norm bei beiden Geschlechtern erwiesen; es kann somit dasselbe zur Schwangerschaft in keinerlei Beziehung gebracht werden. Ihre grössere Entwicklung bei weiblichen Individuen suchten wir als die Folge des durch die geschlechtlichen Funktionen bedingten grössern Säftezuflusses hinzustellen; wir müssen daher zugeben, dass auch die Schwangerschaft in ähnlicher Weise wirken werde. Ob aber hierbei der Prozess der Höhlenbildung energischer als im normalen Zustande vor sich gehe, ist eine Frage, die sich nur durch Vergleichung einer grossen Reihe von schwängern und jungfräulichen Symphysen entscheiden liesse. Auf spärliche Erfahrungen, die ich zu machen Gelegenheit hatte, gestützt, möchte ich dieselbe eher negativ als positiv beantworten. Die Symphysen dreier ungefähr gleich alter Frauen (zwischen 27 und 30 Jahren), deren eine 6 Wochen nach der Entbindung am Puerperalfieber gestorben war, während die beiden andern niemals geboren hatten, boten bei jener eine Höhle von 5^{mm}. Länge und ungefähr 12 Höhe, bei diesen dagegen Höhlen von 4 und 12 Länge und 15 bis 21 Höhe. Bei einer im 5.—6. Monat der Schwangerschaft Verstorbenen fand sich freilich eine fast gelenkartige Verbindung mit sehr bedeutender Höhle; aber ausserdem dass diese alle Charaktere eines schon längern Bestehens an sich trug, so möchte wohl niemand eine so ungewöhnliche und seltene Bildung auf Kosten jener kurzen Periode setzen wollen. Zwei andere Fälle verhielten sich durchaus verschieden, indem in dem einen die Höhle den mittlern Werth nicht erreichte, in dem andern dagegen ihn nicht unbeträchtlich überschritt; ein Schluss ist somit nicht gestattet. Ueber-

haupt aber muss man sich hüten, bei einem Gebilde wie die Symphyse, das so vielfachen Schwankungen unterliegt, durch einen einzelnen Fall zur Annahme einer bestimmten Ansicht sich verleiten zu lassen. Nur Eliminirung der individuellen Verhältnisse durch Vergleichung vieler Fälle kann zu einem genügenden Resultate führen.

Wenn übrigens durch den Zustand der Schwangerschaft die Höhle in ihrer Entwicklung wirklich merklich gefördert würde, so möchte sich wohl folgerichtig daraus ergeben, dass sie nach vielen Geburten wenigstens in der Regel grösser gefunden würde, als nach wenigen, ein Schluss, zu dem die Beobachtung mir keinerlei Anhaltspunkt zu geben vermochte.

Was endlich die Beweglichkeit der schwangern Symphyse anbetrifft, so verhielt sie sich in den von mir geprüften Fällen durchaus so, wie ich es schon früher für dieselbe im Allgemeinen angegeben habe; als Maassstab galt die Grösse der Höhle: sie war somit sehr bedeutend in den einen, in den andern dagegen beinahe auf Null reduzirt.

So muss ich denn, gestützt auf diese Thatfachen, mich dahin aussprechen, dass der bisher so allgemein festgehaltene Gesichtspunkt, die Lockerung der Symphyse als ein Mittel zur Erleichterung der Geburt zu betrachten, ein irriger war, und dass Veränderungen in diesem Sinne sich durchaus nicht nachweisen lassen. Keineswegs aber soll hiermit die Möglichkeit einer Lockerung überhaupt geläugnet werden; eine solche ist nicht nur durch zahlreiche Beobachtungen constatirt worden, sondern findet auch bei gewissen prädisponirenden Bedingungen im Bau der Symphyse in einem mechanischen Momente leicht ihre Erklärung.

Alle Beobachter sprechen von einer fühlbaren Beweglichkeit der Schambeine erst in den letzten Monaten der Schwangerschaft, also in einer Periode, wo das Kind durch seine Grösse auf die umliegenden Organe bereits einen nicht unbedeutlichen Druck ausüben muss. Schon Bouvart hatte hierauf aufmerksam gemacht und daher zum Theil die Erweiterung des Beckens abgeleitet. Die Erfahrung hat uns gelehrt, dass eine solche Erscheinung unter normalen Verhältnissen nicht stattfindet, und wir müssen daher annehmen, dass die Zwischensubstanz fest genug sei, der das Becken auseinander-treibenden Gewalt zu widerstehen. In der That sind auch so gebaute Symphysen von vor oder nach der Geburt Verstorbenen, wie schon Hunter¹⁾ bemerkte, in keiner Weise von

¹⁾ l. c. pag. 336. But still the ossa pubis seemed as near to each other, and all the external ligaments seemed to be as intire as in other bodies.

jungfräulichen zu unterscheiden (Taf. 1. Fig. 11). — Muss aber das Verhältniss sich nicht ganz anders gestalten, wenn diese bindende feste Zwischensubstanz ganz oder grösstentheils fehlt? wenn (wie in Fig. 10) bei weitgediehener Höhle die beiden Schambeine mehr oder weniger ausschliesslich von dem früher beschriebenen Bandapparate zusammengehalten werden? Dehnung fibröser Gebilde durch lang anhaltende, wenn auch nur schwache Gewalt kommt oft genug vor; und in diesem Falle muss sie noch durch eine freilich nur geringe Schwellung und Lockerung derselben, die kaum ganz geläugnet werden dürfte, befördert werden. Geringe Reste der Zwischensubstanz möchten wohl kaum hinderlich sein und eher zerreißen, als dem Auseinandertreten der Knochen einen beharrlichen Widerstand entgegensetzen. Dass die hierbei, natürlich nur sehr allmählig, entstehende wirkliche Höhle mit einer serösen, meinethalbsynoviaartigen Flüssigkeit sich füllen muss¹⁾, ergiebt sich als nothwendige und einfache Folge physikalischer Gesetze. Es liegt auf der Hand, dass die Grenzen einer solchen Dehnung sehr verschieden weit gezogen sein können; in starken robusten Individuen mit kräftigem Bau wird das kraftvolle Band grössern Widerstand zu leisten vermögen, als das schwächere und nachgiebigere in schlaffen und zarten Körpern und ebenso wird die Grösse des mechanischen Momentes von Einfluss sein. Von denselben Umständen wird es auch abhängen, ob die mit der Erschlaffung der Schambeinverbindung gegebenen Nachtheile schon früh oder erst spät in der Schwangerschaft sich geltend machen. Dass übrigens eine solche Dehnung rein durch mechanische Gewalt hervorgebracht werden kann, beweist jener von Tenon²⁾ erzählte Fall, wo sie selbst bei einem jungen 18jährigen Manne in Folge einer eigenthümlichen Behandlung seines Beckens eingetreten war. Hier hatte, wenn wir nicht eine ganz ungewöhnliche Bildung annehmen wollen, die bedeutende Gewalt selbst den Faserknorpel zum Weichen zu bringen vermocht. — Es ist klar, dass eine solche Veränderung von ihrem ersten Auftreten bis zur Geburt allmählig sich steigernd verläuft, und auch nachher nur allmählig sich verliert. Letzteres kann unter ungünstigen Verhältnissen sehr

¹⁾ Morgagni, de sed. et caus. morb. 3. 48. 44. — Barkow, l. c. pag. 73.

²⁾ Mém. de l'inst. des sciences. Tom. VI. pag. 159. Son maître le faisait coucher sur le dos; dans cette situation il lui posait un pied sur un genou, l'autre pied sur l'autre genou; puis se balançait. Il prétendait par ce procédé lui renverser les genoux et les pieds en dehors.

langsam erfolgen¹⁾ oder selbst ganz ausbleiben²⁾ und so Veranlassung zu mehr oder weniger beträchtlichen, bleibenden Beschwerden geben. Ebenso leuchtet es ein, dass dasselbe nach sehr häufigen Geburten erfolgen kann, indem durch die wiederholte Dehnung das Band allmählig seinen Tonus verliert. So der bekannte Fall von Cruveilhier³⁾, wo die Symphyse einer alten Frau, welche 19 Kinder zur Welt gebracht hatte, in ihrem Innern eine beträchtliche Höhle und grosse Beweglichkeit darbot.

Wenn uns schliesslich noch die Frage zu erörtern übrig bleibt, ob bei dem Geburtsacte selbst durch das austretende Kind das Becken, somit auch die Symphyse erweitert werden kann, so haben wir vor allem für diese in's Auge zu fassen, dass in ihrer Umgebung keinerlei leicht verschiebbare Organe sich vorfinden, welche den zwischen beiden Schambeinästen sich bildenden leeren Raum auszufüllen vermöchten; dass somit immerhin der gewiss nicht unbeträchtliche Luftdruck zu überwinden bliebe. Ausserdem aber ist die Construction der ganzen Symphyse nicht der Art, um plötzliche bedeutende Dehnung ohne Zerreissung zu gestatten. In einer normalen Geburt kann daher, besonders wenn noch die Zwischensubstanz in grösserer Menge vorhanden ist, von einer nur irgendwie merklichen Erweiterung kaum die Rede sein⁴⁾. Anders freilich möchte sich die Sache bei schweren Geburten gestalten, wie schon daraus hervorgeht, dass die meisten Beobachter eine Erweiterung nur bei solchen gefunden haben wollen. Zweierlei Fälle sind hier denkbar. Bei lang andauernden Geburten kann durch das wiederholte Andrängen des Kindes bei disponirender Bildung schliesslich der Bandapparat gelockert und gedehnt werden⁵⁾; wird er doch schon nach nicht gerade schweren Geburten in solchen Fällen etwas verändert gefunden. Dann aber liegt bei sehr grosser Gewalt die Vermuthung einer mehr oder weniger weit gehenden wirklichen Zerreissung nahe; für das Vorkommen einer solchen haben auch in der neuesten

¹⁾ Smellie, l. c.

²⁾ Ludovici, l. c.

³⁾ l. c. pag. 457.

⁴⁾ Hunter sagt hierüber l. c. pag. 337. These observations make me think, that the ossa pubis did non separate in the time of labour, so as to recede to any distance from each other; bat that pregnancy and labour brought about such a relaxation of the ligaments in the joints of the pelvis, as would allow the circle of the bones both to be a little enlarged by the force of labour-pains, and to be a little altered in its figure, when more pressed upon by the child at one part than at another.

⁵⁾ Jo. Veslingius, l. c.

Zeit verschiedene Stimmen sich ausgesprochen¹⁾, und auch mir selbst schien in einem Falle eine solche in freilich nur geringem Grade stattgefunden zu haben.

In der Verschiedenheit der anatomischen Verhältnisse hätten wir somit den Grund des wechselnden Verhaltens der Symphyse während der Schwangerschaft und Geburt gefunden; und es kann für uns kein Räthsel mehr sein, wie jene bedeutende Divergenz der Ansichten sich auszubilden vermochte. Die Wahrheit aber liegt weder auf der einen, noch auf der andern Seite, sondern in der Mitte, wie schon Spigelius (a. a. O.) sagt: *Incedimus media via, nec in omnibus hiscere, nec in nulla ex plurimis observationibus statuimus.*

¹⁾ Scanzoni, Lehrbuch der Geburtshilfe. pag. 986. Wien 1855. — C. Rokitansky, Lehrbuch der pathol. Anatomie. Bd. II. pag. 187. Wien 1856.

BEITRÄGE

ZUR

LEHRE VOM HYALINEN KNORPEL

UND SEINER VERKNÖCHERUNG.

BEITRÄGE

211

LEHRE VOM HYALINEN KNORPEL

UND SEINER FERNROHRUNG.

Der hyaline Knorpel und seine Verknöcherung.

1. Vorgänge im Foetus.

a. Entwicklung des hyalinen Knorpels.

Das Material zur Bildung des hyalinen Knorpels ist in den sogenannten allgemeinen Bildungszellen des thierischen Körpers gegeben; der Vorgang, welcher hierbei stattfindet, ist ein doppelter und lässt sich kurz dahin definiren, dass einerseits jene zelligen Gebilde eine Reihe eigenthümlicher Umwandlungen durchlaufen, andererseits zwischen sie die Ablagerung einer strukturlosen, mehr oder weniger durchscheinenden Substanz erfolgt.

Zur Zeit, wo die bis dahin indifferenten Zellen einen bestimmten Charakter anzunehmen, wo somit die verschiedenen Gewebe von einander sich zu differenziren beginnen, untergehen die künftigen Knorpelzellen eine einfache Vergrösserung. Sie bilden nunmehr rundliche oder ovale, scharf und dunkel contourirte, von einer dunkeln körnigen Masse durchaus erfüllte Körperchen, in denen ein besondrer Kern sich nicht unterscheiden lässt, und deren Rand, offenbar in Folge von Runzelungen der Umhüllungsmembran, oft schwach wellig oder selbst zackig erscheint. Allmähig hebt sich diese im weiteren Verlaufe von ihrem Inhalte ab und es wird dann derselbe von einem schmalen hellen Saume umzogen, von dem anfangs schwer zu sagen ist, ob er als der Ausdruck eines wirklichen Hohlraumes, oder bloss als Folge einer optischen Täuschung angesprochen werden soll. So ungefähr verhält sich die Sache, wenn die

Zellen bei einer Grösse von durchschnittlich 0,01 Mm. erst einzeln, dann immer allgemeiner eine lebhafte Theilung zu zeigen beginnen (Taf. 2. Fig. 1.). Sie wachsen hierbei in der Regel erst etwas in die Länge und werden oval, worauf sie in der Mitte sich abschnüren, um schliesslich in zwei zu zerfallen; zuweilen sieht man sehr deutlich den dunkeln Inhalt in diesem Prozesse vorangehen. Ueberhaupt stellt sich derselbe von nun an immer deutlicher als Kern heraus, indem mit dem Wachsthum der Zelle der helle Raum zwischen ihm und der Zellmembran breiter wird und er selbst sich zu einer kugligen, fein granulirten, anfangs zwar noch etwas diffusen Masse zusammenballt, die aber durch Contraction immer mehr an Consistenz gewinnt und schliesslich mit deutlicher scharfer Contour von dem übrigen Zellraum sich absetzt. Es scheint somit dieser ganze Vorgang für eine Entstehung des Kernes durch Verdichtung des ursprünglichen Zelleninhaltes zu sprechen und ich stehe um so weniger an, eine solche anzunehmen, als sich später bei der Bildung des Kernkörperchens etwas ähnliches wiederholt. — Nach Eintritt der Theilung wachsen die Knorpelzellen ausserordentlich rasch fort, doch verlieren sie immer mehr ihre kuglige Bläschenform, indem sie sich abplatteten und schliesslich zu hohlen, im Mittel 0,025—0,03 Mm. langen und 0,01 Mm. dicken Scheiben sich umwandeln. Dieselben sind von der Fläche gesehen nur selten rundlich, meist länglich und dabei eckig verzogen und besitzen in Folge der schwächern oder stärkern Runzelung ihrer Oberfläche ein bald helleres, bald dunkleres granulirtes Ansehen, während doch ihr Inhalt durchaus klar zu sein scheint. Ein Kern ist nicht immer deutlich, oft selbst gar nicht zu sehen; seine Grösse schwankt zwischen 0,0046 und 0,0068 Mm. (Taf. 4. Fig. 3, a.). Ursprünglich vollkommen rund zeigt er oft in schönster Weise alle möglichen Stadien der Theilung, indem er erst sich verlängert und dann in bekannter Weise in zwei zerfällt, worauf beide auseinandertreten und zu Mittelpunkten für zwei neue durch Theilung der alten entstehende Zellen werden. Es lässt dieser ganze Prozess sich mit solcher Schärfe und Klarheit durch alle Stadien hindurch verfolgen, dass ich mit grösster Bestimmtheit gegen die Annahme einer endogenen Zellenbildung mich erklären muss. — Eigenthümlich bei diesem Vorgang ist die Art und Weise, wie die jungen Zellen nebeneinander sich lagern. Ursprünglich sind sämtliche Knorpelzellen gleichmässig und ohne irgend eine Andeutung von bestimmter Anordnung durch die ganze Grundmasse vertheilt; sobald aber die Abplattung derselben beginnt, stellen sie sich stets senk-

recht auf die Längsachse des Knochens, mithin mit ihrer Fläche parallel dem künftigen Verknöcherungsrande. Ausserdem aber schieben nach der Theilung die neuen Zellen ihre Flächen übereinander, so dass sämtliche Abkömmlinge einer ersten Zelle in eine einzige, oder aber in mehrere einander mehr oder weniger vollständig deckende und der Längsachse des Knochens gleichlaufende Reihen zu liegen kommen. Die Länge dieser Reihen wechselt zu sehr, als dass sich etwas Bestimmtes darüber sagen liesse; im Allgemeinen hängt sie von der Energie und von der Dauer des Vermehrungsprozesses ab. Bei Röhrenknochen, wo nur Eine Hauptachse vorhanden ist, wo die Verknöcherung, in der Mitte beginnend, gleichmässig nach den beiden Enden hin vorschreitet, sind diese Reihen ausserordentlich regelmässig und einander sämtlich parallel; bei Knochen dagegen, wie z. B. den Wirbelkörpern, wo die Achsen von einem gemeinschaftlichen Mittelpunkte ausstrahlen, wo auch die Verknöcherung peripherisch von einem solchen aus sich verbreitet, sind dieselben weit unregelmässiger und radiär verlaufend. In beiden Fällen war dasselbe Gesetz wirksam, wenn auch gemäss der besondern Eigenthümlichkeit eines jeden das entstehende Bild ein sehr verschiedenes werden musste. Diese Gesetzmässigkeit giebt uns ein einfaches Mittel an die Hand, mit grosser Sicherheit nach Belieben die Flächen- oder Seitenansicht der Knorpelzellen zu erhalten; jene ist stets Produkt des Querschnittes, diese dasjenige des Längsschnittes aus dem Knorpel eines künftigen Röhrenknochens. Auf dem erstern stellen sich die Zellen in der beschriebenen Weise dar und liegen, einander mehr oder weniger deckend, in rundlichen, den einzelnen Reihensystemen entsprechenden Gruppen beisammen (Taf. 2. Fig. 2). Auf dem letztern dagegen bilden sie gemäss ihrer Scheibenform schmale, mehr oder weniger lange, reihenweise angeordnete Stäbchen, welche oft dadurch, dass sie nach dem einen Ende hin sich stark verschmälern, Keulenform darbieten (Taf. 2. Fig. 3); die Zellen derselben Reihe liegen dann stets sehr regelmässig abwechselnd mit dem dickern und dünnern Ende nebeneinander, so dass die gleichmässige Breite des sie trennenden Zwischenraumes gewahrt bleibt.

Dieses merkwürdige Phänomen rührt einfach davon her, dass vermöge der Tendenz zur Reihenbildung nach erfolgter Theilung die Zellen in entgegengesetzter Richtung sich vergrössern, und hierbei, während sie an einander vorbei wachsen, gegenseitig sich abplatten; zuweilen kommen die verschiedenen Stadien dieses Vorganges sehr schön nebeneinander zur

Beobachtung. Im Uebrigen sind die Zellen durchaus dunkel, undurchsichtig, nicht selten selbst mehr oder weniger auffallend varikös; es kann indess, da sich sehr oft bei der Flächenansicht der Zelleninhalt als vollkommen klar und durchscheinend erkennen lässt, dieses ganze Verhalten nur von optischen Verhältnissen, nämlich von ungleicher Lichtreflexion in Folge von Runzelungen der Umhüllungsmembran herrühren. In sehr seltenen Fällen schimmert der Kern undeutlich durch.

In den peripherischen Theilen des Knorpels erreichen die Zellen niemals diese hohe Entwicklung, vielmehr bleiben sie immer klein, rundlich oder länglich und liegen unregelmässig durcheinander. Ihre Vermehrung geht ganz in der früher beschriebenen Weise vor sich, indem sie erst sich verlängern und dann sanduhrförmig einschnüren (Taf. 4. Fig. 1. d.).

Was nun das Verhalten dieser Zellen chemischen Reagentien gegenüber anbetrifft, so ist vor Allem die grosse Widerstandsfähigkeit hervorzuheben, welche ihre Umhüllungsmembran bei der Behandlung mit nicht allzu concentrirten Mineralsäuren zeigt, indem sie selbst nach mehrstündiger Einwirkung von solchen nur sehr blass und durchsichtig geworden waren, durch Zusatz von etwas Wasser aber augenblicklich wieder dunklere und schärfere Umrisse erhielten. Eigenthümlicherweise lösten sie sich nunmehr mit grosser Leichtigkeit in Kali auf, was sie vorher nicht thaten. Ob hierbei ein demjenigen der Epitheliumplättchen ähnliches Aufquellen voranging, vermochte ich nicht zu entscheiden. Uebrigens gingen sie auch mit Säuren je nach dem Concentrationsgrade derselben früher oder später schliesslich ebenfalls in Lösung über. — Sehr wenig resistent dagegen verhielt sich der Kern, wo ein solcher schon vorhanden war, oder auf der jüngsten Stufe der Zelleninhalt überhaupt, indem er schon nach kurzer Zeit in den genannten Reagentien verschwand und sich auch durch nichts wieder zum Vorschein bringen liess. Essigsäure machte ihn schärfer hervortreten, wie sie überhaupt der ganzen Zelle schärfer und klarer umschriebene Gränzen verlieh. — Wasser schien mir weder auf die Zelle selbst noch auf ihren Inhalt einzuwirken, und konnte ich weder von Schrumpfung der Membran, noch von Coagulation des Inhaltes je das Geringste entdecken. Freilich ist hierbei zu bedenken, dass die Umhüllungsmembran ganz allgemein bereits eine Runzelung darbot, von der mir unbekannt blieb, ob sie nicht vielleicht als Folge der Chromsäureeinwirkung betrachtet werden muss, da frische Objecte mir nicht zu Gebote standen; indessen liesse sich dieselbe

vielleicht eher als eine ursprüngliche deuten, da sie in den spätern Entwicklungsstadien der Zellen fehlte. Immerhin aber könnte letzteres auch von einer vermehrten Widerstandsfähigkeit herrühren, so dass es nicht gestattet ist, mit Sicherheit hieraus auf die frühern Stadien zurückzuschliessen.

Hand in Hand mit der beschriebenen Entwicklung der Zellen macht eine eigenthümliche Bildung der diese umlagernden Grundmasse sich geltend. Anfänglich ausserordentlich spärlich vorhanden, wächst dieselbe allmähig so an, dass sie an Menge je länger je mehr die zelligen Gebilde überwiegt, und sich diese trotz ihrer absoluten bedeutenden Vermehrung dennoch zu vermindern scheinen. Nur kurze Zeit werden letztere von jener eng umschlossen. Schon beim ersten Auftreten der Theilung macht sich zwischen beiden ein kleiner Hohlraum bemerklich, der nach und nach sich vergrössert. Somit erscheint die Zelle fortan in eine Höhle der Grundsubstanz frei eingelagert, aus der sie bei feinen Durchschnitten leicht herausfällt und isolirt erhalten wird, während jene sich als opake Stelle aus einer hellern Umgebung hervorhebt. Merkwürdig ist hierbei das Verhalten der nächsten Umgebung der Höhle. Während nämlich im Allgemeinen die Grundsubstanz ein trübes, fein punktirtes Ansehen darbietet, stellt sich diese als glänzend-weisser, durchaus homogener, nach aussen diffus umschriebener Ring dar, der, anfänglich fast nur ein unbestimmter Schimmer, im Laufe der Zeit immer deutlicher hervortritt. Da bei der Vermehrung der Zellen zunächst durch Vergrösserung der Höhle für ihre Nachkommenschaft Raum geschafft werden muss, und hierbei die Wandungen derselben stets dieselben Eigenschaften beibehalten, so erklärt es sich leicht, wesshalb sämtliche Abkömmlinge einer jeden Zelle von einem gemeinschaftlichen Ringe umschlossen werden. Unmittelbar nach dem Auseinandertreten der Theilungszellen lässt derselbe zwischen beide von seiner Innenfläche aus eine Scheidewand hereinwachsen, welche durchaus sich so wie er selbst verhält. Was sich übrigens so als Ring darstellt, ist nur der Durchschnitt einer die ganze Höhle umschliessenden Schicht, also einer Kapsel, welche durch eine Anzahl von Querwänden in einzelne Fächer abgetheilt wird, deren jedes ein durchaus abgeschlossenes Ganzes bildet und eine vollkommene Knorpelzelle enthält. Dieselbe füllt es ziemlich genau an, liegt aber doch nur sehr lose darin, so dass sie leicht herausfällt. Da die einzelnen Scheidewände nur dünn sind, so erhält der freie Schnittrand, wenn er gerade durch eine solche Kapsel geführt wurde, durch die Ueberreste derselben ein oft ausserordentlich zierlich gezacktes Aussehen.

Form und Grösse dieser Kapseln variirt natürlich bedeutend je nach der Zahl und Anordnung der eingeschlossenen Zellen. In Röhrenknochen sind sie im Allgemeinen lang gestreckt mit abgerundeten Enden, auf dem Querschnitt rundlich oder länglich und 0,04 — 0,06 und 0,07 Mm. im Durchmesser haltend, je nach der grössern oder geringern Tendenz der Zellen zur Bildung von nur einer, oder aber von mehreren Reihen.

Was die Deutung dieses eigenthümlichen Gebildes anbetrifft, so ist eine solche in verschiedener Weise versucht worden. Gegen die Ansicht, dass dasselbe als eigentliche, freilich erst secundär gebildete, Membran der Knorpelzelle zu betrachten sei, spricht die evidente Zellennatur des Höhleninhaltes zu deutlich, als dass noch nach andern Beweisen gesucht werden müsste; und ebenso widerspricht die Art und Weise ihrer Entstehung, so wie der gänzliche Mangel endogener Zellenbildung auf's entschiedenste dem Versuch, sie als mit der Grundsubstanz verschmolzene und verdickte Membran der Mutterzelle aufzufassen. Sie muss vielmehr als eine durchaus ausserhalb der Zelle liegende und der hyalinen Zwischensubstanz selbst angehörige Bildung betrachtet werden; und es entsteht somit vor allem die Frage, wie wir uns wohl ihr Auftreten zu erklären haben, womit auch die zweite nach ihrer eigentlichen Natur, ob sie Membran oder nicht, eng zusammenhängt. Von vornherein müssen wir das festhalten, dass sie nur in Verbindung mit der Höhle auftritt, dass sie fehlt, wo auch diese noch nicht vorhanden ist und später stets gleichmässig mit ihr sich entwickelt. Es scheint mir deshalb nicht zulässig, sie von der Auflagerung einer aus der Zelle ausgeschwitzten Substanz auf die innere Höhlenwand herzuleiten; denn wenn schon direkte Beobachtung zeigt, dass ihre erste Anlage in der Grundsubstanz selbst stattfindet, so lässt sich kaum begreifen, wie dieselbe Zelle, während sie durch Verflüssigung der sie umlagernden Grundsubstanz eine Höhlenbildung veranlasst, zu gleicher Zeit an der Stelle der verdrängten Masse die Ablagerung eines dieser in jeder Beziehung durchaus analogen Stoffes vermitteln sollte. Die enge Wechselbeziehung zwischen Höhle und Kapsel muss uns vielmehr darauf aufmerksam machen, ob nicht beide in ein und demselben aetiologischen Momente ihre Begründung finden, ja ob nicht vielleicht die eine sich als blosser Folge der andern ergiebt. Versuchen wir, ob uns die Auffindung eines solchen Momentes gelingt. Wenn wir auch nach dem jetzigen Stande unsrer Kenntnisse durchaus nicht anzugeben vermögen, in wie fern die Zelle bei der Bil-

dung des Hohlraums eine Rolle spielt, so ist doch immerhin das gewiss, dass der Schwund der Grundsubstanz zuerst in ihrer nächsten Umgebung beginnt und von hier aus peripherisch fortschreitet. Wir brauchen uns daher nur vorzustellen, dass hierbei die geschmolzene Masse statt überhaupt resorbirt und weggeführt zu werden, einfach aus der Nachbarschaft der Zelle zurückgedrängt und in die noch unversehrten Partien der Grundsubstanz gleichsam eingeschmolzen werde, um eine sehr einfache Erklärung für die Entstehung der Kapsel und ihre fernere Entwicklung zu finden. Dieselbe würde demnach in einer einfachen nach aussen keineswegs membranartig sich abgrenzenden Verdichtung der Höhlenumgebung bestehen, und es lässt sich leicht begreifen, wie durch allmäliges Wachsthum der Höhle im Laufe der Zeit auch die Kapsel an Schärfe und Derbheit gewinnen muss.

Ebenso unterliegt die Beantwortung der Frage nach der Entstehungsweise der Scheidewände keiner Schwierigkeit, sobald wir zugeben, dass, um mich eines kurzen Ausdrucks zu bedienen, jene Schmelzkraft der Zelle nur auf eine gewisse Entfernung hin zu wirken im Stande ist. Von der Berechtigung dieser Forderung aber überzeugen wir uns sofort, wenn wir beobachten, wie, welches auch immer die Form der Zelle sein mag, der Abstand zwischen ihr und der Höhlenwand in der ganzen Peripherie stets ein durchaus gleichmässiger bleibt, wie er auch dann nicht gestört wird, wenn die Zelle, gleichviel ob in allen oder nur in einer Dimension, sich vergrössert. Diese scheint somit von einem gewissen Zauberkreise umschlossen zu sein, jenseits dessen sie keine Macht besitzt. Sobald daher die beiden neu entstandenen Zellen weit genug auseinander getreten sind, damit Partien des sie scheidenden Höhlenraumes ausserhalb jenes Kreises fallen, so wird in diesen der ja fortwährend durch den ganzen Knorpel hindurch angestrebten Ablagerung von Grundsubstanz kein Hinderniss mehr im Wege stehen; sie wird vielmehr wirklich erfolgen und zwar wie bei der Kapsel in verdichteter Form. Als Produkt derselben entstehen Scheidewände, die in Folge der rundlichen Gestalt der Zellen nicht in ihrer ganzen Ausdehnung zu gleicher Zeit sich bilden können, sondern vom Umfang der Höhlenwand aus ringförmig, und nach innen scharf zulaufend gegen das Centrum vordringen, bis auch dieses dem Bereiche der Zellen entrückt ist. — Wir werden noch später Gelegenheit haben, Thatsachen zur Stützung dieser Theorie beizubringen, die, wenn ich auch weit entfernt bin, sie als nur irgendwie erwiesen hinstellen zu wollen, doch immerhin denjenigen Anforderungen genügen möchte, welche

an jede Hypothese gestellt werden müssen, dass sie nämlich die Thatsachen und Erscheinungen auf möglichst einfache Weise erklärt und weder mit diesen noch mit sich selbst in Widerspruch geräth.

Von den chemischen Eigenschaften der Grundsubstanz will ich hier nur ihr Verhalten starken Mineralsäuren und speziell Salpetersäure gegenüber hervorheben. Ein Schnittchen unter dem Mikroskope damit behandelt verliert augenblicklich sein punktirtes, opakes Ansehen und wird eigenthümlich weiss und durchscheinend; zugleich vermindert sich sein Volumen ganz auffallend; namentlich werden die Kapseln kleiner und ziehen sich bisweilen eng um die Zellen zusammen. Die ganze Masse zeigt einen ausserordentlichen Grad von Elastizität, indem sie durch Druck auf das Deckglas sich wohl ausbreiten lässt, bei Nachlass desselben aber sofort mit grosser Energie auf ihr früheres Volumen zusammenschrumpft. Es scheint mir zweifelhaft, welche Einwirkung der Säure diesen Erscheinungen zu Grunde liegt; die Annahme einer blossen Aufquellung möchte wohl kaum zur Erklärung hinreichen. Allmählig geht dann diese Elastizität verloren, indem die Grundmasse morscher und weicher wird, ja schliesslich sich vollständig löst und dadurch ein Mittel an die Hand giebt, auf einfache Weise die Knorpelzellen zu isoliren. Die Kapsel verhält sich hierbei durchaus gleich wie die übrige Masse und unterliegt zugleich mit ihr der Auflösung.

Wenn wir hiermit im Allgemeinen den Vorgang bei der Entwicklung des fötalen hyalinen Knorpels geschildert haben, so versteht sich fast von selbst, dass im gegebenen Falle Modificationen von untergeordneter Wichtigkeit vorkommen können. Namentlich ist der Zeitpunkt des Klarwerdens der Zellen dem Wechsel unterworfen; zuweilen haben dieselben schon sehr früh einen hohen Grad desselben erreicht und enthalten bereits einen schönen, scharf umschriebenen Kern, während sie in andern Fällen bei verhältnissmässig weit gediehener Entwicklung noch durchaus trüb und körnig auftreten. Ebenso erscheint die Kapsel auf derselben Stufe bald sehr schön und deutlich entwickelt, bald nur durch einen hellen Schimmer angedeutet. Worin der Grund dieses wechselnden Verhaltens liegt, vermögen wir natürlich nicht zu enträthseln.

Es wäre ein grober Irrthum, zu glauben, dass die geschilderte Entwicklung durch das ganze Knorpelskelett hindurch gleichmässig stattfände. Es geschieht solches nicht einmal im Bereiche eines und desselben, wenn auch noch so kleinen künftigen Knochens, vielmehr ist sie durchaus von dem Zeit-

punkte der Verknöcherung einer jeden Stelle abhängig und erscheint somit als ein die letztere vorbereitender Prozess. Es ist daher auch durchaus unrichtig, für einen ganzen Foetus, oder auch nur für einen einzelnen Knorpel von bestimmtem Alter die Grösse der Knorpelzellen in Zahlen angeben zu wollen, da solche immer nur für eine ganz beschränkte Stelle Gültigkeit haben. Um sich von der Richtigkeit dieses Satzes zu überzeugen, braucht man nur einen der Längsachse eines Knorpels parallelen Schnitt zu führen, wobei man die Zellen in den verschiedensten Entwicklungsstadien neben einander erhalten wird, je nachdem sie dem Verknöcherungsrande näher oder ferner liegen.

b. Verknöcherung des hyalinen Knorpels.

Wenn gleich, streng genommen, eine Scheidung der bisher besprochenen Vorgänge von den nunmehr folgenden nicht gestattet ist, wenn sie vielmehr continuirlich in einander übergehen, so liegt es doch im Interesse der Uebersichtlichkeit, letztere, als der Ablagerung der Kalksalze unmittelbar vorangehend und sie vorbereitend, in Verbindung mit dieser zu betrachten. — Auch hier sind es wiederum die Zellen, von denen der Prozess ausgeht, und es macht sich derselbe zunächst dadurch bemerklich, dass jene allmähig ihre abgeplatteten Formen verlieren und zu mehr oder weniger kugligen Gebilden sich aufblähen. Indem sich hierdurch die Runzeln ihrer Umhüllungsmembranen nach und nach ausgleichen, erhalten sie ein glatteres und pralleres Ansehen, und werden in Folge davon, proportional ihrer Aufblähung, klarer und durchsichtiger. Der Kern tritt nunmehr mit grosser Schärfe und Deutlichkeit hervor, und lässt auf's schönste die Vorgänge seiner Theilung, wobei er oft bis zur doppelten Länge auswächst, verfolgen (Taf. 2. Fig. 4.). Sein Aussehen ist stets dunkel, oft körnig. Seine Grösse scheint gegen früher zugenommen zu haben und schwankt zwischen 0,0068—0,011 Mm. Hin und wieder hatte es den Anschein, als ob schon jetzt einzelne Zellen kleine Ausläufer in Form kurzer spitzer Stummelchen zu treiben begännen (Taf. 4. Fig. 3, e.), indessen konnte ich nicht volle Gewissheit darüber erlangen, dass diese nicht Folge der Unebenheiten auf der Oberfläche der Umhüllungsmembran waren. Es versteht sich, so zu sagen, von selbst, dass mit dieser Aufblähung der Zelle auch diejenige ihres Faches verbunden sein muss. Es wird dieses dadurch ebenfalls rundlich, kuglig, während zugleich die Kapsel nicht wenig an Schärfe und Be-

stimmtheit gewinnt und selbst nicht selten ganz deutlich doppelt contourirt erscheint, ohne aber eine Isolirung durch Salpetersäure zuzulassen. Aus der Lagerung der Zellen ergibt sich, dass die Vergrösserung der Fächer vorzugsweise im Längendurchmesser stattfindet. Die höchsten Grade derselben habe ich immer vor der Bildung des ersten Knochenkernes angetroffen; Zelle und Fach zeigten sich zu fast vollkommen kugligen Gebilden aufgequollen (Taf. 2. Fig. 5; Taf. 4. Fig. 3, f.) und es war die zwischenliegende Grundsubstanz oft so sehr verdrängt, dass der ganze Knorpel fast nur noch aus einem weitmaschigen, von den Kapselwänden gebildeten Netzwerke bestand, in dem die gemeinschaftlichen grössern Kapseln spurlos verschwunden waren. Später findet solches nicht mehr in so exquisitem Grade statt; die einzelnen Kapseln bleiben, schon der grössern Menge der Zwischensubstanz wegen, isolirt, und die Zellen behalten bei der Seitenansicht ihre ursprüngliche Keulen- oder Stäbchenform, freilich mehr oder weniger aufgequollen, bei (Taf. 4. Fig. 3, c.). Im Allgemeinen schien mir dies bei Röhrenknochen in weit höherm Grade der Fall zu sein, als bei spongiösen, wie z. B. den Wirbeln.

Bei der nunmehr erfolgenden Ablagerung der Kalksalze gilt als erstes und fundamentales Gesetz, dass dieselbe zunächst nur in der Kapselwand und der die einzelnen Kapseln verbindenden Grundsubstanz stattfindet. In Folge davon erhält der erste Knochenkern die Struktur eines rundmaschigen, von groben, eckigen Kalkkrümeln gebildeten Gitterwerkes, worin die Zellen vollkommen frei eingeschlossen sind. Die weiteren Vorgänge lassen sich indessen hier zu schwierig beobachten, als dass wir uns dabei länger aufhalten sollten, um so mehr, als sie in den Hauptzügen von den später viel schöner zu beobachtenden jedenfalls nicht abweichen. Wir wenden uns daher unmittelbar zu diesen selbst, also zu dem Verknöcherungsprozesse, wie er nach Bildung des ersten Knochenkernes auftritt. Röhrenknochen verdienen hierbei der grossen Regelmässigkeit in der Anordnung ihrer Elemente wegen entschieden den Vorzug vor spongiösen, wesshalb wir letztere auch nicht weiter berücksichtigen. Die Schnitte lassen sich an in Chromsäure erhärteten Präparaten leicht mit einem scharfen Scalpelle in gehöriger Feinheit erhalten und zwar sind diejenigen am belehrendsten, welche senkrecht auf den Verknöcherungsrand aus ihm und dem angrenzenden Knorpel erhalten wurden. Wir sehen hier sehr schön, wie vom Verknöcherungsrande aus allmählig vorschreitend die Ablagerung der Kalksalze in der gemeinsamen Kapselwand vor sich geht. Es werden hierdurch

Zacken gebildet, die, anfangs nur kurz, immer tiefer in den unversehrten Knorpel eingreifen, bis sie schliesslich einen vollständigen Ring um den einzelnen Zellenhaufen erzeugt haben, worauf mit dem zunächstliegenden derselbe Prozess sich wiederholt (Taf. 3. Fig. 1.). Meist unterscheidet sich die Kapselwand in doppelter Weise von der unveränderten Grundmasse; einmal schreitet sie meist in der Verknöcherung etwas voraus, und dann wird sie mit den Kalksalzen viel gleichförmiger imprägnirt, so dass sie sehr früh ein gleichartiges helleres Ansehen erhält, während dagegen in jener die einzelnen Kalkkrümel deutlich als dunkle feine, rundliche Kügelchen hervortreten, so dass sich also beide deutlich von einander absetzen. Ebenso lagert sich auf ihrer innern Fläche eine Schicht dunkler Kalkkrümel ab. Natürlich muss die nunmehr knöcherne Kapsel durchaus die Form der ursprünglich knorpeligen besitzen. Was deren Inhalt anbetrifft, so macht sich vorerst in Bezug auf die Scheidewände ein doppeltes Verhalten geltend; sie verkalken entweder in durchaus gleicher Weise wie die Kapsel und dann behält jede Zelle ihr gesondertes Fach bei, oder aber sie werden resorbirt und dann kommen sämtliche Zellen einer Kapsel in eine verhältnissmässig grosse, gemeinschaftliche Höhle zu liegen. Welches der häufigere Fall, lässt sich im Allgemeinen nicht sagen, indem bald der eine, bald der andere vorwiegt; ja sie finden sich selbst nicht allzuselten in ein und derselben Kapsel vereinigt, indem die Scheidewände theilweise resorbirt worden, theilweise aber stehen geblieben sind. Dieses führt stets zur Bildung ächter Knochenmasse, jenes dagegen prädisponirt offenbar zu rascher und unmittelbarer Entstehung von Markräumen. — Wichtiger und gewiss von ganz besonderem Interesse ist die Verfolgung der Veränderungen, welchen die Knorpelzellen selbst unterliegen. Während der Bildung der knöchernen Kapsel fahren sie einfach fort sich aufzublähen und erhalten somit, wo sie solches nicht schon besaßen, neben rundlicher blasenförmiger Gestalt ein klareres, helleres Ansehen; der Kern tritt mit immer grösserer Schärfe hervor und wird ebenfalls klar in der Weise, dass sich sein dunkler Inhalt allmählig zusammenzieht und zuletzt in ein oder mehrere Kernkörperchen umwandelt. Mit dem früher beschriebenen der Kernbildung besitzt dieser ganze Vorgang die grösste Analogie. Die Grösse der Zellen ist verschieden, doch möchte sich dieselbe im Mittel wohl auf 0,01—0,016 Mm. Breite und 0,02 bis 0,025 Mm. Länge bestimmen lassen; diejenige des Kernes beträgt ziemlich constant zwischen 0,007—0,008 Mm. Nur wenige verhältnissmässig blähen sich zu vollkommenen Kugeln

auf und werden ganz klar; die meisten bleiben länglich und sehen dann in Folge zurückgebliebener Runzeln etwas körnig aus; ich habe mich auch hier nie überzeugen können, dass letzteres ausserdem durch die Beschaffenheit des Inhaltes bedingt worden wäre. Dies möchte im Allgemeinen der Zustand der Zellen in der ersten Kapselreihe sein (Taf. 4. Fig. 4, a.). Theilung der einzelnen Zelle ist in dieser Periode nur ausserordentlich selten, wird dagegen in der folgenden ganz allgemein. Es ist als grosse Ausnahme zu betrachten, wenn eine Zelle statt dessen bis zu der colossalen Grösse von $0,045^{\text{mm}}$ fortwächst, um ohne Zweifel zu einer Fettzelle sich umzugestalten, indem der Kern seitlich dieselbe ausbuchtend an die ausserordentlich zarte, etwas gerunzelte Zellmembran sich anlegt (Taf. 4. Fig. 4, c.). Während der Theilung gehen noch die letzten Spuren von Runzelung verloren und es sind die neu entstandenen Zellen durchaus prall und nur leicht granulirt. In all den Fällen, wo die einzelnen Zellen durch Verknöcherung ihrer Fächer isolirt wurden, sowie auch in einem Theile der Kapseln tritt diese Theilung nur spärlich auf oder bleibt selbst ganz aus. In den übrigen Kapseln dagegen geht sie mit solcher Energie vor sich, dass diese schon nach Kurzem mit kleinen, runden oder eckigen Zellen wie vollgepfropft erscheinen. In diesem verschiedenen Verhalten wird ein wesentlicher Unterschied der fernern Entwicklung angebahnt; während nämlich im erstern Falle durch Ablagerung von Kalksalzen wirkliche Knochenmasse erzeugt wird, findet solches im zweiten nicht statt, vielmehr persistirt der Hohlraum als solcher, oder mit andern Worten, es hat die directe Umwandlung einer Kapsel in einen mit foetalen Markzellen gefüllten Markraum stattgefunden. Auf diese letztern werden wir noch später zurückkommen.

In dem Verknöcherungsprozesse ist es vor Allem die Zelle, welche als wichtigster Theil unsre Aufmerksamkeit erfordert. Ihr Aussehen ändert sich nur insofern, als sie, mag sie nun sich getheilt haben, oder nicht, allmählig eckiger wird (Taf. 4. Fig. 4, b.) und selbst einige kräftige, obwohl nur kurze Ausläufer treibt. Die Ausfüllung der Kapsel erfolgt von der Wand des Hohlraumes aus durch eine helle, ziemlich gleichartige, höchstens etwas streifige oder körnige Masse und ist eine bald vollständige, bald nur partielle. Ob ihr die Ablagerung eines weichen Blastems vorausgeht, liess durch die Beobachtung sich nicht entscheiden. Gewiss aber ist, dass die beschriebenen Zellen hierbei einfach fest eingebacken werden und anfangs in noch ganz unveränderter Form aus ihrer Umgebung sehr

deutlich hervorschemmern. Mit den eigentlichen Knochenkörperchen haben sie nur sehr geringe Aehnlichkeit, obgleich ihre weitere Entwicklung lehrt, dass sie die ersten Anfänge solcher sind. Bald indessen ändert sich das Bild in eigenthümlicher Weise, und zwar ist der Vorgang etwas verschieden, je nachdem Resorption der Scheidewände stattfand oder nicht. Da die verknöcherten Kapsel- und Scheidewände stets scharf von ihrer Umgebung sich unterscheiden, so erscheint im letztern Falle jede einzelne Zelle, oder wo sie sich theilte, je zwei Zellen von einem hellen, breiten, doppelt contourirten Ringe umzogen. In diesem tritt frühzeitig ein System radiär gestellter, je nach der Einstellung bald heller, bald dunkler Streifen auf, die von seiner innern zur äussern Oberfläche ziehen (Taf. 3. Fig. 4.). Ich glaube kaum, dass sie für etwas anderes, als für feine Kanälchen angesprochen werden können; um so mehr, als sich die Innenwand zwischen den einzelnen rundlich hervorwulstet, wodurch dieselbe wie mit Kerben besetzt erscheint. Sie bilden sich ganz bestimmt durchaus unabhängig von den morphologischen Theilen der Zelle, deren Ausläufer weder zahlreich genug sind, noch überhaupt ihrer Kürze wegen die Kapsel zu erreichen vermögen; sie aber als Porenkanälchen zu bezeichnen, verbietet der Umstand, dass sie ihre Entstehung keineswegs der eigenthümlichen Anordnung einer sich ablagernden Masse, sondern, indem sie erst secundär in einem durchaus compacten Gebilde auftreten, ohne Zweifel einem wirklichen Resorptionsprozesse verdanken, dessen nähere Vorgänge wir freilich weder zu verfolgen, noch in ihren ursächlichen Bedingungen zu erforschen vermögen. Mit der allmäligen Ausfüllung des Hohlraumes setzen sich diese Kanäle bis zur Zellenoberfläche fort, und zwar primär bei der Ablagerung der Kalksalze, somit als wirkliche Porenkanäle. — Wenn wir hier die Kanälchenbildung in einiger Entfernung haben beginnen, und von dort aus auf die Zelle eindringen sehen, so ist der Vorgang bei den frei in die allgemeine Ausfüllungsmasse einer Kapsel eingeschlossenen Zellen insofern anders, als hier die Kanälchen, dicht an der äussern Zellwand beginnend, periphere sich verlängern. In ziemlich gleichmässigen Abständen von einander umgeben sie die Zelle, anfangs in Form eines kurzen, zierlichen und feinen Strahlenkranzes, der allmähig sich verlängert, bis endlich die Strahlensysteme der einzelnen Zellen sich erreichen und durch Anastomose Verbindungen mit einander eingehen. Dichotomische Theilung eines Strahles kommt häufig vor. Also auch hier wieder Kanalbildung in einer soliden, festen Masse. Dass dieser Strahlenkranz durch Ausläufer

der Zelle hervorgebracht werde, glaube ich mit Bestimmtheit verneinen zu können. Mit Leichtigkeit lässt sich beobachten, dass solche in dieser Weise bei der Ablagerung der Kalksalze noch nicht vorhanden sind; dass sie aber, erst später entstehend, durch die dichte Knochenmasse sich durchbohren sollten, ist wohl kaum denkbar. Auch geht jener Kranz bei der Isolirung der Zellen mit Salpetersäure stets spurlos verloren. Wohl zu unterscheiden von diesen secundären Strahlen sind jene wenigen primären Ausläufer, welche die Zelle schon vor ihrer Verknöcherung besass und die durch grössere Derbheit und Breite in der Regel sich leicht von den andern unterscheiden lassen. Gern will ich zugeben, dass diese einigermaassen bestimmend auf die Richtung mancher von den secundären Kanälchen einwirken, ja dass sie selbst hin und wieder einmal noch eine Strecke in ein solches hineinwachsen. Immerhin aber scheinen sie nur von untergeordneter Bedeutung, wenn sie auch bisweilen, wie namentlich an den ganz gleich beschaffenen Zellen der osteogenen Schicht des Periostes, ziemlich lang und fein werden, ja selbst mit denjenigen benachbarter Zellen sich verbinden können, welches Verhältniss bei der Verknöcherung sich auch auf die entstehenden Knochenzellen mit überträgt.

Hiernach fände die Controverse über die Natur der Knochenkanälchen in sehr einfacher Weise ihre Erledigung, indem dieselbe in der That eine doppelte ist und eine besondere, mit der Zelle zusammenhängende Auskleidungsmembran in dem einen Falle sich vorfindet, in dem andern nicht. — Die Frage nach der Stellung dieses Kanalsystemes den Zellen gegenüber werden wir später zu erörtern haben. Es verdient noch besonders hervorgehoben zu werden, dass häufig im Umkreise solcher in die Ausfüllungsmasse grösserer Kapseln frei eingeschlossenen Knochenzellen bei bestimmter Einstellung des Mikroskopes helle, diffuse Ringe auftreten, über deren Ursache ich mir nicht klar geworden bin, die aber ja nicht mit Kapselwänden verwechselt werden dürfen, mit denen sie durchaus nichts zu thun haben.

Die in der beschriebenen Weise gebildete Knochenmasse wird in der Regel so rasch resorbirt, dass es nur höchst selten gelingt, ihre weitem Umwandlungen zu beobachten. Wo man aber Gelegenheit hat, dies zu thun, ergiebt sich, dass allmählig die scharfe Gränze zwischen der Kapselwand und ihrer Umgebung erlischt, bis schliesslich nichts mehr davon zu sehen ist, vielmehr das Ganze ein homogenes, durch Verschwinden der einzelnen Kalkkrümel heller und durchscheinender gewor-

denes Ansehen erhält (Taf. 3. Fig. 3.). Die Knochenzellen verändern sich hierbei nur insofern, als ihr Strahlensystem weiter sich ausdehnt.

Die Aufsaugung der abgelagerten Kalksalze zeigt wenig Eigenthümliches. Sie geschieht stets von den bereits bestehenden ältern Markräumen aus und schreitet bald rascher, bald langsamer vor. Die Wände der Kapseln werden hierbei stellenweise durchbrochen, so dass diese also mit einander in offene Verbindung treten; im Allgemeinen scheinen jene länger als ihr Inhalt der Zerstörung Widerstand leisten zu können. Allmählig aber werden auch sie vollkommen resorbirt, und an die Stelle des Knochens tritt ein mit foetalem Marke gefüllter Hohlraum. Von Interesse ist es, zu erfahren, wie bei diesem Prozesse die Knochenzelle sich verhält. Schon Virchow hatte es ausgesprochen, dass bei der Verflüssigung des Knochens die Knochenkörperchen wieder frei und einer weiteren Entwicklung fähig würden, und so schwierig die Sache auch zu verfolgen ist, so glaube ich doch hier ebenfalls ein Gleiches, wenn nicht als absolut gewiss, doch wenigstens als in hohem Grade wahrscheinlich annehmen zu müssen. Wenigstens lässt sich häufig beobachten, dass der Markraum nicht einfach seine Begrenzungswände auffrisst, sondern dass vielmehr der Resorptionsprozess durch grössere Knochenpartien hindurch zu gleicher Zeit sich geltend macht. Hierbei werden diese, wahrscheinlich in Folge von Verarmung an Kalksalzen, blässer und durchscheinender, die in ihnen vorkommenden Kanälchen aber bedeutend erweitert; namentlich tritt im Umkreise einer jeden Knochenzelle ein allmählig sich vergrößernder Hohlraum auf, so dass dieselbe schliesslich durchaus frei in eine Höhle zu liegen kommt, aus der sie selbst häufig herausfällt. Von Wichtigkeit ist hierbei, dass sie noch durchaus die Grösse und Gestalt besitzt, wie wir sie vor ihrem Einschluss in die Knochenmasse kennen gelernt haben, und keinerlei Ausläufer in die Knochenkanälchen schickt, welche vielmehr sehr deutlich von dem sie umgebenden Hohlraume ausgehen. Es muss dieser Umstand gewiss sehr zu Gunsten der oben ausgesprochenen Ansicht über die Natur derselben sprechen, da sich wohl nicht annehmen lässt, dass etwa vorhanden gewesene Ausläufer der Zelle so rasch und namentlich so spurlos mit aufgesogen worden seien. Bei fortschreitendem Schwund der Grundmasse werden diese Höhlen allmählig eröffnet, wovon man am freien Resorptionsrande oft verschiedene Grade antrifft, bis schliesslich die ursprüngliche Knochenzelle wieder vollkommen frei geworden ist. Sie unterscheidet sich dann in keiner Weise von den

noch eingebackenen; von den prallen und wohlgerundeten Markzellen aber dadurch, dass ihre Membran runzlich und uneben aussieht, kurz Spuren einer auf sie abgelagerten körnigen und wieder entfernten Masse an sich trägt. Es muss somit die Vermuthung nahe liegen, dass sie allmählig ihren frühern Turgor wieder gewinne, um in ihrer weiteren Entwicklung derjenigen ihrer direkt zu foetalen Markzellen gewordenen Schwestern sich anzuschliessen. Dass solches nicht nothwendig bei allen stattfinden müsse, dass vielmehr manche, die vielleicht allzuhart mitgenommen wurden, zusammen mit der allgemeinen Grundmasse untergehen können, versteht sich wohl von selbst.

Nachdem wir so die ursprüngliche Knorpelzelle durch eine Reihe eigenthümlicher Entwicklungsstufen hindurch bis in den Markraum verfolgt haben, lohnt es sich wohl der Mühe, die weiteren Veränderungen, welche sie hier erleidet, wenigstens einer kurzen Beachtung zu würdigen. Wir haben bereits erwähnt, dass der Ursprung der Markräume doppelter Natur ist, indem die einen unmittelbar aus den Kapseln durch sehr rasche Vermehrung ihrer Zellen, die andern erst nachträglich durch Resorption der neugebildeten Knochenmasse entstehen; man hat jene als primäre von diesen als secundären unterschieden. — Die Vermehrung der Zellen geschieht, wie schon früher im Knorpel so auch hier, bloss durch Theilung, wobei der Kern stets vorangeht. Dieselben sind entweder rundlich oder weit häufiger länglich und in mannigfacher Weise eckig verzogen, dabei meist leicht granulirt und prall gefüllt; ihre Membran scheint derber und fester als diejenige der frühern Knorpelzellen geworden zu sein. Ihre Grösse variirt anfangs zwischen 0,016—0,025 Mm. Länge und 0,01—0,016 Mm. Breite. Eigenthümlich ist die Lage des Kernes, welcher nur ausnahmsweise die Mitte der Zelle einnimmt, sondern in der Regel an dem einen Ende ihres längsten Durchmessers dicht an ihrer Wand anliegt. Derselbe ist meist rund, von hellem, eigenthümlich körnigem Ansehen und etwa 0,008 Mm. gross. Im weiteren Verlaufe der Theilung werden die Zellen in der Grösse ungleicher, namentlich viele kleiner; doch erstreckt sich solches nicht zugleich auf den Kern, der seine gleiche Grösse beibehält, ja selbst allmählig noch wächst. Oft schreitet derselbe in der Theilung derjenigen seiner Zelle so rasch voran, dass diese ihm nicht zu folgen vermag. Man findet dann vier und noch mehr Kerne in Einer Zelle, deren Membran in eine entsprechende Anzahl von Lappen sich abschnürt; dies kann bereits so weit gediehen sein, dass die einzelnen Lappen, deren jeder einen Kern enthält, nur noch mit schmaler Basis zusammen-

hängen. Hierbei ist indessen zu erinnern, dass später durch Verschmelzung von Zellen oft sehr ähnliche Formen erzeugt werden. — Mit der Zeit tritt immer deutlicher die Tendenz zum Auswachsen hervor; die Ecken ziehen sich anfangs zu kurzen Stummelchen aus, die schliesslich zu mehr oder weniger langen, blassen Ausläufern sich verlängern (Taf. 4. Fig. 5.). Dieselben besitzen die verschiedenartigsten Formen, sind bald faden-, bald bandförmig und können sich in sehr wechselnder Manier verzweigen. Es würde zu weit führen, hier auf ihre weitere Entwicklung näher einzugehen und es genügt zu bemerken, dass sie den sternförmig ausgewachsenen Zellen des jungen Bindegewebes in so hohem Grade gleichen, dass sie davon in keiner Weise sich unterscheiden lassen. Wir haben es auch, wie keinen Augenblick bezweifelt werden kann, hier wirklich mit der Entstehung von Bindegewebe zu thun, und es lässt sich dieselbe um so schöner verfolgen, als die Zellen, durchaus frei, von keinerlei Zwischensubstanz zusammengehalten werden. Der Kern vergrössert sich in der Regel sehr bedeutend und wird schliesslich von einer hellen und glänzenden Membran umschlossen, welche der Zellmembran durchaus analog ist und nicht selten, wenigstens stellenweise, selbst mit ihr zu verschmelzen scheint; sein Hohlraum besitzt ein helles, ziemlich grosskörniges Aussehen und setzt sich häufig in die Fortsätze der Zelle fort. Schon dies, sowie auch die weitere Entwicklung spricht dafür, dass jedenfalls sehr viele dieser Zellen zur Gefässbildung verwendet werden, während die übrigen einfach zu lockerm Bindegewebe und zu Fettzellen sich umwandeln. Nach den oberflächlichen Untersuchungen, die ich darüber angestellt habe, geschieht solches auf doppelte Weise, theils durch Verschmelzung der Zellmembranen, theils durch Verbindung vermittelt der Ausläufer; doch vermag ich über das Nähere dieser Vorgänge keine Auskunft zu ertheilen. — Auffallend bleibt die Menge der Blutkörperchen, welche sich zuweilen in den Markräumen noch lange vor der Bildung von Gefässen vorfindet; und wenn es auch möglich, ja sogar wahrscheinlich ist, dass dieselben bloss von anderwärts eingedrungen sind, so wird doch durch den Umstand, dass neben den Zellen oft sehr zahlreiche, ihren Kernen durchaus in Grösse und Gestalt analoge, kernartige Gebilde vorkommen, von denen die allmäligen Uebergänge, namentlich auch in Beziehung auf die Abplattung, bis zum fertigen Blutkörperchen sich vorfinden, die Frage gerechtfertigt, ob nicht vielleicht zwischen beiden ein genetischer Zusammenhang stattfindet. Meine in dieser Richtung angestellten Forschungen haben zu keinem Resultate geführt.

2. Vorgänge im spätern Alter.

a. Entwicklung des hyalinen Knorpels.

Nachdem wir im Vorhergehenden den hyalinen Knorpel eine Reihe eigenthümlicher, continuirlich in einander übergehender Veränderungen haben durchlaufen sehen, welche erst mit der Verknöcherung ihren Abschluss erreichten, dürfen wir denselben wohl kaum für etwas anders, als für ein bloss provisorisches, in fortwährender Umwandlung begriffenes Gebilde halten. Wir können somit auch nicht erwarten, in dem, was man nach der embryonalen Periode mit diesem Namen bezeichnet, ein typisch fertiges Gewebe zu finden; vielmehr müssen wir von vornherein vermuthen, dasselbe in sehr verschiedener Gestaltung auftreten zu sehen, je nachdem es seiner Umwandlung zu Knochengewebe näher oder ferner steht. In der That lässt sich auch jedesmal nachweisen, dass wir es nur mit einer der beschriebenen, freilich mannigfach modificirten Entwicklungsstufen zu thun haben. Je später die Verknöcherung eintritt, um so länger werden natürlich die ihr vorangehenden Perioden, um so chronischer wird der anfangs so acut verlaufende Prozess. Auch kann es uns nicht befremden, denselben im Laufe der Zeit gleich andern Entwicklungsvorgängen in seinen typischen Erscheinungen allmählig zurücksinken und in einer von der ursprünglich gesetzmässigen immer mehr abweichenden, ja schliesslich scheinbar durchaus verschiedenen Form auftreten zu sehen. Für das Verständniss ist es offenbar von grösstem Vortheil, diesen ganzen Verlauf an ein und derselben Stelle verfolgen zu können. In dieser Beziehung habe ich als ausserordentlich günstiges Object die hyalinen Knorpelscheiben der Schambeinsymphyse kennen gelernt, zumal hier die Verknöcherung, nur in Einer Richtung fortschreitend, sich durchaus wie in Röhrenknochen verhält. Ihnen sind daher auch die in Folgendem mitgetheilten Thatsachen vorzugsweise entnommen, obgleich ich nicht versäumt habe, durch zahlreiche anderweitige Beobachtungen mich von der allgemeinen Gültigkeit derselben zu überzeugen.

Was bei Vergleichung von älterem hyalinem Knorpel mit jüngerem vor Allem auffällt, ist das allmählig zunehmende Ueberwiegen der Grundmasse über die zelligen Gebilde, wodurch es den Anschein erhält, als ob er an erstern verarme. Ein doppeltes Verhältniss bedingt den Grund dieser Erscheinung; es besteht darin, dass einerseits fortwährend zwischen den Zellen

die Ablagerung der allgemeinen Grundsubstanz stattfindet, wodurch sie also auseinandergedrängt und auf einen grössern Raum vertheilt werden, und dass andererseits der Theilungsprozess selbst erlahmt, somit eine jede Zelle eine viel geringere Nachkommenschaft erzeugt, als sie es früher wohl gethan hätte. Die Verarmung ist also keineswegs eine absolute, sondern nur eine relative, und eine wirkliche Verminderung der Zellen durch Verschmelzung oder durch vollständige Zerstörung kommt ganz bestimmt nicht vor.

Die Knorpelzellen selbst anbetreffend, so erleiden sie in all den Fällen, wo sie lange auf der foetalen Stufe zu verweilen haben, eine eigenthümliche Umwandlung, wie sich sehr leicht an den innersten Partien der Symphyse und in ausgedehntem Maasse im sogenannten permanenten Rippenknorpel beobachten lässt. In jenen zeigten sie bei einem Fötus von 9 und einem solchen von 12^{dm.} Länge sich erst wenig verändert. Dicht zusammenliegend waren sie meist rund, 0,006-0,008^{mm.} gross und schienen einen dunkelkörnigen Inhalt zu besitzen; der erst bei wenigen von der Zellmembran sich zurückgezogen hatte. Theilung war nur vereinzelt hin und wieder zu bemerken, und fand auch später in geringem Grade statt, während die Zellen allmählig klarer wurden und scharfe dunkle Contouren erhielten. So fand ich sie in der Symphyse der Neugeborenen nur noch wenig getrübt und 0,0046-0,0068^{mm.} gross, dazwischen einzelne stäbchenförmig bis zur Länge von 0,228^{mm.} und darüber ausgewachsen. Ueberhaupt nimmt die Neigung zum Auswachsen immer mehr überhand und bedingt, je nachdem dasselbe nur nach Einer oder aber nach verschiedenen Richtungen stattfindet, die verschiedensten und bizarresten Formen von den einfach eckig verzogenen, namentlich dreieckigen, bis zu den dreispitzigen, keulenförmigen, spindelförmigen u. s. w. (Taf. 5. Fig. 1 u. 2). Wenn, wie es häufig geschieht, diese Ausläufer beträchtliche Länge erreichen, so sind sie nur selten gerade, sondern meist gekrümmt, selbst mehrfach hin und her gebogen. Offenbar hängt dieses ganze Verhalten mit der Theilung zusammen und wiederholt, freilich mit eigenthümlicher Abänderung, was wir schon früher bei der fötalen Zelle gesehen haben, dass sie nämlich zuvor sich verlängert. Im übrigen sind die Zellen, namentlich im Rippenknorpel, meist seitlich stark abgeflacht, leicht granulirt und enthalten in der Regel ein oder zwei und dann an den entgegengesetzten Polen liegende, grössere oder kleinere, bläulich schimmernde und von dunklem Saume umgebene Kügelchen (Fett?). Mit Millon'schem Reagens gekocht werden sie schwach,

aber deutlich roth; durch Salpetersäure isolirt blähen sie sich mit Kali stark auf und werden sehr blass, selbst fast unsichtbar. Ein Kern lässt sich häufig schwer oder gar nicht unterscheiden; derselbe liegt in dem weitesten Theile der Zelle, besitzt ein gleichmässig graulich trübes Ansehen und wird bisweilen, wenn jene zur Theilung sich anschickt, doppelt ange-
troffen. Auch hier macht sich die eigenthümliche Tendenz der Zelle geltend, ihre grössern Durchmesser dem Qerschnitte des Knorpels mehr oder weniger parallel zu stellen. — Durch die der wirklichen Theilung vorangehende Einschnürung wird die Zahl der geschilderten Zellenformen noch bedeutend vermehrt; indessen möchte, um eine Vorstellung davon zu erhalten, etwas Phantasie bessere Dienste leisten, als die sorgfältigste Beschreibung. Nur selten sind die beiden Theilungszellen einander ähnlich, häufig sogar durchaus verschieden gestaltet, indem z. B. aus einer einseitig ausgewachsenen Zelle mit endständigem Kern eine rundliche und eine der primären mehr oder weniger ähnliche entsteht. Welches übrigens auch ihre Form sein mag, so liegen die beiden Schwesterzellen stets mit dem dickern Ende einander gegenüber, da eine Verschiebung hier noch nicht vorkommt.

Später geht die Tendenz auszuwachsen immer mehr verloren und im Verlaufe der Theilung werden die Zellen wieder kleiner und gleichmässig rundlich oder länglich. So besitzen sie im Rippenknorpel des Erwachsenen vorzugsweise die erstere Form bei einer constanten Grösse von $0,00684^{mm.}$; der meist helle Inhalt zeigt nur selten einen runden $0,00228^{mm.}$ grossen Kern. In der Symphyse des Erwachsenen habe ich einen solchen nie auffinden können; vielmehr bildeten die Zellen durchaus klare, scharf begrenzte, nur selten eckig verzogene, aber häufig längliche Bläschen, deren Breite zur Länge sich im allgemeinen wie $0,0023-0,0046$ zu $0,0068-0,018^{mm.}$ verhielt (Taf. 5. Fig. 4).

Wo, wie in der Symphyse des Neugeborenen, der Verknöcherungsprocess mit Lebhaftigkeit vor sich geht, regt er in den ihm nahe liegenden Knorpelpartieen eine rege Zellenvermehrung an, in deren Gefolge die von früher her bekannten Erscheinungen stärkster Abplattung und eigenthümlicher Anordnung auftreten. Letztere findet indess keineswegs mehr in so exquisitem Grade statt, und es werden weniger Zellenreihen als vielmehr Zellenhaufen erzeugt. Der erste Anfang hierzu giebt sich darin zu erkennen, dass die bisher unordentlich in der Grundsubstanz liegenden Zellen allmähig mit ihrer Längsachse eine derjenigen des Verknöcherungsrandes parallele Rich-

tung einnehmen. Zugleich werden sie durch die Abplattung zu dünnen Schüppchen von oft nur $0,0023\text{ mm.}$ Dicke, die von der Kante gesehen das Ansehen dunkler, oft variköser, zuweilen an einer Stelle kolbig aufgetriebener, gerader oder verbogener Stäbchen darbieten, und ihren zelligen Charakter so wenig verrathen, dass es nicht auffallen kann, wenn dieselben häufig bloss für coagulirten Zelleninhalt gehalten wurden. Von der Fläche aus sind sie dagegen klar, in der Regel länglicheckig, und lassen mehr oder weniger deutlich einen Kern von etwa $0,007\text{ mm.}$ hervortreten, während sie selbst bei ungefähr halb so grosser Breite eine Länge von $0,014-0,023\text{ mm.}$ besitzen. Von den ihnen analogen Zellen des embryonalen Knorpels unterscheiden sie sich hauptsächlich durch geringere Frische und Vollsaftigkeit; wie denn auch die Kapsel mit ihren Höhlen und Scheidewänden so wenig entwickelt ist, dass sie oft scheinbar ganz fehlt und man Mühe hat, in den dichtgedrängten Zellenhaufen die einzelnen Individuen von einander zu unterscheiden. — Der sich vermindern den Energie des Verknöcherungsprozesses proportional tritt auch die Entwicklung der Knorpelzelle zurück. Die einzelnen Zellenhaufen werden immer sparsamer und ärmer an Individuen, bis sie endlich (bei der Symphyse im Erwachsenen) ganz geschwunden sind und die Zellen in ihrer ganz foetalen Form an den Verknöcherungsrand herantreten. — Wir finden also auch hier das früher aufgestellte Gesetz bestätigt, dass eine, vom Zwecke der Knochenbildung unabhängige, selbstständige Entwicklung der Knorpelzelle nicht vorkommt.

Noch bedarf die Knorpelhöhle nebst der sie umschliessenden Kapsel unsrer ganz besondern Aufmerksamkeit, da beide durch ihr Verhalten zu Irrungen Veranlassung gegeben haben. Erstere lässt zwar in ihren ersten Anfängen schon mit dem Beginn der Zellentheilung sich nachweisen, bleibt aber längere Zeit so unbedeutend, dass die Bildung einer Kapselwand sich kaum durch einen unbestimmten Schimmer verräth, und auch nach der Theilung zwischen die auseinandergetretenen Zellen ganz gewöhnliche Grundsubstanz sich ablagert. Ihre Gestalt richtet sich im allgemeinen nach derjenigen der Zelle und ist mithin nach dem früher Gesagten sehr verschieden, rundlich oder aber mehrentheils eckig und lang gezogen. — Später indess schreitet sie in ihrer Entwicklung so rasch vorwärts, dass sie bald an Volumen dasjenige der eingeschlossenen Zelle bedeutend, selbst um das Mehrfache übertrifft. Häufig bildet sie dann in Folge mehrfach eingetretener Theilung der Zellen lange, kanalartige, oft verschiedenartig gewundene und durch

Scheidewände quer abgetheilte Gänge, welche dadurch zu Stande kommen, dass eben vor ihrer Abplattung die Zellen keine Neigung haben sich in Reihen zu ordnen, sondern nach der Theilung einfach seitlich auseinandertreten und hierdurch die stätige Vergrösserung der Höhle in ihrem Längendurchmesser bewirken. Von einer wirklichen Kapsel kann trotz der bedeutenden Höhlenbildung kaum noch die Rede sein, vielleicht weil bei dem langsamen Gange des ganzen Prozesses Zeit genug zur vollständigen Entfernung der geschmolzenen Masse vorhanden ist, und auch die Scheidewände differiren fast nicht von der allgemeinen Grundsubstanz; doch lassen sich meistens um die einzelnen Zellengruppen herum die Umrisse der frühern, erweiterten und grösstentheils wieder ausgefüllten Höhle erkennen (Taf. 5. Fig. 3). Eine Kapselwand beginnt eigentlich erst von der Zeit an im Umkreise einer jeden Zelle mit Bestimmtheit aufzutreten, wo diese zu ihrer ursprünglichen, rundlichen Form zurückgekehrt ist. Nun aber gewinnt sie rasch an Schärfe und grenzt sich nach aussen ab, bis sie endlich mit doppelter Contour membranartig hervortritt und ganz das Ansehen einer Zelle erhält, worin die eigentliche Zelle sich wie ein Kern ausnimmt (Taf. 5. Fig. 4). Zugleich hat sie jetzt so sehr an Consistenz und Festigkeit gewonnen, dass sie der Einwirkung der Säure beträchtlichen Widerstand zu leisten vermag und sich durch solche wirklich isolirt erhalten lässt. Umschliesst sie, wie es ja öfter geschieht, mehrere Zellen, so giebt sie das täuschend ähnliche Bild einer Mutterzelle, wie sie denn auch häufig als solche aufgefasst worden ist. Die Verfolgung ihrer Entwicklung, so wie derjenigen ihres Inhaltes offenbart indessen allzudeutlich ihre eigentliche Natur, als dass wir darüber noch irgendwelchen Zweifel hegen könnten. Hat die Säure längere Zeit gewirkt, so löst auch sie sich auf und lässt die Zelle frei zurück. — Oft compliciren sich im älteren Knorpel die Verhältnisse dieser Kapsel in eigenthümlicher Weise. Indem nämlich nach der Theilung die Zellen sehr weit auseinander treten, wird nach dem früher Gesagten der Grundsubstanz die Möglichkeit geboten, sich zwischen ihnen in solcher Menge abzulagern, dass sie der Verdichtung, welche ja nur bis auf eine gewisse Tiefe stattfindet, theilweise entgeht, und so die ursprüngliche Kapsel mit gewöhnlicher Grundsubstanz mehr oder minder erfüllt erscheint. Ja es scheint eine solche Ablagerung selbst auf der ganzen Innenfläche der Kapsel stattfinden zu können, wodurch dann diese auseinandergedrängt und die eingeschlossene Zelle veranlasst wird, sich eine neue Kapselwand zu bilden, welche dann von

der ersten, nunmehr ganz in gewöhnliche Grundmasse eingebetteten, in grösserer oder geringerer Entfernung umgeben wird. Wo solches sich wiederholt, können selbst zwiebelartig schaalige Gebilde entstehen, die, wenn die Zelle excentrisch gestellt war, nur den einen von ihr abgewendeten Theil der ursprünglichen Kapsel erfüllen. Es liegt auf der Hand, dass diese verschiedenen Momente in der verschiedensten, zu den mannigfachsten Formen führenden Weise sich combiniren können; und sie namentlich sind es gewesen, welche die Lehre von der endogenen Vermehrung der Knorpelzellen begründeten. Weitaus am ausgezeichnetsten und täuschendsten sind die durch sie im Rippenknorpel bedingten Gebilde und dies umsomehr, als sie durch Säuren sich äusserst leicht isoliren lassen (Taf. 5. Fig. 6). Zu erwähnen ist noch, dass auch diese Kapseln häufig seitlich abgeflacht angetroffen werden, namentlich die äussere, während dagegen die innerste, die Zelle unmittelbar umschliessende, fast immer kugelig zu sein scheint.

Ueber die Grundsubstanz selbst ist nur Weniges zu sagen; anfänglich durchscheinend und fein punktirt, büsst sie diese Eigenschaften, je älter sie wird, immer mehr ein und erhält ein trübes, körniges, selbst streifiges Ansehen. Hierbei nimmt ihre Widerstandsfähigkeit gegen zerstörende Einflüsse immer mehr zu, so dass ihre Auflösung immer längere Zeit und concentrirtere Mineralsäuren erfordert. — In chemischer Beziehung will ich noch bemerken, dass sie, so oft ich darauf prüfte, mit dem Millon'schen Reagens stets Proteinreaction lieferte. Ein älterer Rippenknorpel löste sich sogar in Salzsäure mit tief violetter Färbung auf, während sein Auszug mit concentrirter kochender Essigsäure von gelbem Blutlaugensalz in weissen Flocken gefällt wurde, welche beiden Reactionen ebenfalls auf das Vorhandensein einer Proteinsubstanz schliessen lassen.

Endlich bleibt noch eine Erscheinung zu erwähnen übrig, die häufig im hyalinen Knorpel zur Beobachtung kommt, nämlich das Auftreten der sogenannten Knorpelkanäle. Die ihrer Bildung vorangehenden Prozesse sind insofern interessant, als sie den die Verknöcherung vorbereitenden in hohem Grade ähnlich sind. Sie kündigt sich nämlich ebenfalls durch lebhaftes Zellenvermehrung mit dadurch bedingter Kapselbildung, reihenförmiger Anordnung der Zellen und nachfolgender Aufblähung an. Durch Schmelzung der Zwischenwände fliessen die einzelnen Kapseln zu gemeinschaftlichen, an der Knorpeloberfläche sich eröffnenden, kanalartigen Räumen zusammen, in denen die Knorpelzellen ganz ähnliche Umwandlungen er-

leiden, wie wir sie in den fötalen Markräumen kennen gelernt haben, oder auch häufig zu grossen zartwandigen Fettzellen sich entwickeln. — Indem diese Kanäle allmählig von Blutgefässen durchzogen werden, kann ihre Bedeutung keine andere sein, als diejenige, die innern Knorpelpartien mit dem zu ihrer fernern Entwicklung nöthigen Ernährungsmaterial zu versorgen. Daher erklärt es sich auch, dass sie vorzugsweise in den zur Verknöcherung bestimmten auftreten, da wir ja von den übrigen gesehen haben, dass sie auf ihrer niedrigen Bildungsstufe stehen bleiben, also auch keiner reichlichen Zufuhr von Säften bedürfen. Ihr Einfluss auf den Gang der Verknöcherung ist somit nur ein mittelbarer, obwohl allerdings kein unwesentlicher. — In ganz jungen Knorpeln kommen sie nicht vor, wahrscheinlich weil diese ihrer Kleinheit und Weichheit wegen ohnediess von den Ernährungssäften hinlänglich durchtränkt werden.

b. Verknöcherung des hyalinen Knorpels.

Die Modificationen, denen wir im Laufe der Zeit die den Verknöcherungsprozess vorbereitende Entwicklung des Knorpels haben unterliegen sehen, sind natürlich auch auf ihn selbst von entscheidendem Einflusse, und es entfernt sich derselbe schliesslich in der That so weit von dem ursprünglichen Typus, dass man ohne die vermittelnden Uebergangsstufen Mühe hätte, ihn darauf zurückzuführen.

Der wirklichen Ablagerung der Erdsalze geht auch hier Aufblähung der zelligen Gebilde, verbunden mit bedeutender Vergrösserung ihrer Höhle, unmittelbar voran, und es ist auffallend, wie scharf meistentheils die hiervon befallene Partie von dem übrigen Knorpel sich absetzt. Zuweilen lässt sie sich schon makroskopisch als heller Saum unterscheiden. In Folge davon erhält der Knorpel ein von seinem frühern durchaus verschiedenes Ansehen. Die schüppchenförmigen Zellen, welche, wie wir oben sahen, so dicht in kleinen Haufen zusammengedrängt lagen, dass die Unterscheidung der einzelnen oft mit einiger Mühe verbunden war, werden allmählig voller, ihre zellenartige Natur tritt zusehends hervor, und es geschieht selbst nicht allzuselten, dass sie zu fast kugeligen Bläschen sich umwandeln, welche, obschon sie meist ganz klar, höchstens leicht granulirt sind, einen Kern doch nur ausnahmsweise deutlich erkennen lassen. In noch höherm Grade erfolgt die Vergrösserung der Hohlräume, so dass sie an Durchmesser denjenigen ihrer Zellen meist beträchtlich übertreffen. In Uebereinstimmung damit tritt die Kapsel mit ihren Scheidewänden immer deutlicher doppelt contourirt her-

vor und gewinnt selbst häufig so sehr an Dichtigkeit, dass sie durch Mineralsäuren bald in ihrer Totalität, bald nur theilweise sich isoliren lässt. Das Volumen des frühern Zellenhaufens ist durch diesen Prozess natürlich um das vielfache vermehrt worden. Zuweilen trifft man seine Aufblähung erst an dem dem Knochenende zugekehrten Ende vollendet, an dem ihm entgegengesetzten aber kaum noch beginnend. Wo, wie in ganz jungen Symphysen, die Knochenbildung lebhafter vor sich geht, liegen diese Kapseln so dicht zusammen, dass sie nur durch geringe Mengen der allgemeinen Grundsubstanz getrennt werden und ihre länglich rundlichen Gestalten sich gegenseitig zu mehr oder weniger eckigen abplatten. Dem oberflächlichen Blicke stellt sich dann der ganze Knorpel fast nur wie ein grobmaschiges Netzwerk dar, aus dem an dünnen, besonders trockenen Schnitten fast sämtliche Zellen herausgefallen sind, und sich die leeren Fächer als opake, an der einen Seite etwas dunkler schattirte Stellen von den hellen, glänzenden Scheidewänden unterscheiden (Taf. 6. Fig. 1). — Später bewirkt die grössere Menge der Grundsubstanz einerseits, und die geringere Zahl der Zellen andererseits, dass die einzelnen Kapseln immer weiter auseinanderrücken und in Folge davon ihre meist länglich rundliche, zuweilen ausserordentlich lang ausgezogene Gestalt beibehalten. Hierdurch werden sie grossen Mutterzellen oft ausserordentlich ähnlich, zumal sie auch leicht isolirbar sind. Ihr längster Durchmesser steht stets senkrecht zum Verknöcherungsrande, was in den früher besprochenen Verhältnissen der Zellenanordnung begründet ist. Mit der Zeit werden sie immer kleiner und gehen schliesslich mit der Abplattung der Zellen als dem Verknöcherungsrande eigenthümliches Gebilde ganz verloren. Wenn es in diesen letzten Stadien zuweilen geschieht, dass sie abweichend von früher mit dem grössern Durchmesser dem Knochenrande parallel liegen, so findet diess einfach darin seine Erklärung, dass in Folge des wenig energischen Theilungsprozesses der eigentliche, hier freilich kürzere, Längsdurchmesser hinter dem queren zurückblieb. — An den stets rundlichen, fötalen Zellen des spätern Alters macht sich eine Aufblähung entweder nur in geringem Grade oder häufig auch gar nicht bemerklich.

In Betreff der Grundsubstanz längs des Verknöcherungsrandes ist noch anzuführen, dass sie, wenn auch nicht immer, doch häufig und zwar vorzugsweise im höhern Alter ihr feinkörniges oder mehr homogenes Ansehen in ein grobkörniges oder selbst in höherem oder geringerem Grade streifiges umwan-

delt. Zuweilen sieht man dieselbe selbst von wirklichen Faserzügen durchsetzt, die vom Knochen ausgehend allmählig sich verlieren.

Uebergehend zu der Ablagerung der Kalksalze muss ich von vorn herein bemerken, dass sich dieselbe nicht im entferntesten mit der Schärfe und Klarheit verfolgen lässt, wie es bei foetalen Bildungen der Fall war, indem die Theile nicht nur dunkler und weniger durchsichtig geworden sind, sondern auch vielfach von einer pulverigen, wohl grösstentheils aus Fett bestehenden Masse verdeckt werden; ausserdem tritt die Imbibition mit Blutfarbstoff oft störend in den Weg. Trotzdem lässt sich immerhin mit Sicherheit nachweisen, dass der ganze Vorgang in den Hauptpunkten von dem früher beschriebenen in keiner Weise abweicht, während allerdings in einigen untergeordneten Verhältnissen Verschiedenheiten sich geltend machen. Vor allem ist auch hier als Grundgesetz die gesonderte Verknöcherung der Kapsel voranzustellen. Dieselbe schreitet, den besonders noch später zu besprechenden Fall im höhern Alter abgerechnet, derjenigen der allgemeinen Grundsubstanz in der Regel nicht voran; immer aber unterscheidet sie sich von ihr durch ein mehr homogenes, mithin helleres Ansehen, während letztere von krümligen Kalkmassen dunkel erscheint. Vollständige Resorption der Scheidewände scheint mir fast immer vorzukommen; doch erhalten sie sich bisweilen noch ziemlich lange an vollkommen eingeschlossenen Kapseln und verleihen dann, wenn ihr Inhalt herausgefallen ist, dem Knochen ein zierliches, gestricktes Aussehen (Taf. 6. Fig. 2). In andern Fällen dagegen schwinden sie so rasch; dass noch vor völliger Umschliessung der Kapsel ihr hinterer Theil bereits in eine Höhle umgewandelt erscheint, während ihr vorderer noch unverändert als Knorpel persistirt. Ja es kann selbst geschehen, dass jene bereits von einem Markraume aus eröffnet wurde. Immerhin ist aber solches weder Regel noch normal, und jedenfalls nach dem, was wir früher gesehen, nicht in der von H. Müller versuchten Weise zu deuten. Wenn bei jüngern Objecten dieser ganze Vorgang sich noch verhältnissmässig leicht beobachten lässt, so wird diess für später, wo die Kapseln mehr isolirt liegen, weit schwieriger und ist die Gewinnung eines so ausgezeichneten Bildes, wie das Taf. 7 Fig. 1 gezeichnete, wo kein Zweifel darüber herrschen konnte, dass die eiförmigen Höhlen im Knochenrande mit den davor liegenden Kapseln in genetischem Zusammenhange standen, ein höchst seltener Glücksfall. — Ich will gleich hier bemerken, dass, in manchen Fällen wenigstens, die Verknöcherung nicht gleich-

mässig, sondern wie ruckweise vorzuschreiten scheint, indem man sie bisweilen bis dicht an die noch unaufgeblähten Knorpelpartien herangetreten findet (Taf. 6. Fig. 2), während doch stets schon geraume Zeit vor der Ablagerung der Kalksalze der präparatorische Prozess der Aufblähung beginnt.

In der weitem Entwicklung der durch Verschwinden der Scheidewände entstandenen Hohlräume machen sich wiederum zwei Richtungen geltend, indem die einen, ohne Zweifel in der früher beschriebenen, hier aber nicht zu verfolgenden Weise, sich rasch mit verschiedenartig auswachsenden und häufig von imbibirtem Blutfarbstoff tingirten Zellen vollpfropfen und so direkt in Markräume übergehen, während in den andern, an zelligen Gebilden ärmeren, durch Ablagerung von Erdsalzen die Bildung wirklicher Knochenmasse erfolgt. Auf jene brauchen wir wohl nicht weiter Rücksicht zu nehmen, da sie uns doch nichts Neues zu bieten vermögen. Diese dagegen nehmen unser Interesse insofern in Anspruch, als sie durch längeres Bestehen uns gestatten, ihre ferneren Umwandlungen zu erforschen, was bei foetalen Knochen gar nicht oder nur in unvollständigem Grade möglich war. Anfangs sind die Kapseln, selbst nach ihrer vollständigen Ausfüllung, noch vollkommen deutlich zu unterscheiden und namentlich treten sie nach Zusatz von Mineralsäuren bisweilen sehr schön hervor. Hin und wieder gelingt es selbst nach längerer Einwirkung der Säure durch Druck auf das Deckglas eine solche Kapsel sammt ihrem Inhalte vollständig zu isoliren, indem sie von der umgebenden Masse sich losreisst; eine Erscheinung, die wohl auf die früher erwähnte grössere Dichtigkeit der Kapselwand zurückzuführen ist. Im weitem Verlaufe schwindet die Grenze zwischen der Kapsel und ihrem Inhalte einerseits und der allgemeinen Grundsubstanz andererseits immer mehr dadurch, dass die die Abgrenzung bedingenden Kalkkrümel verschwinden und so die ganze Masse homogener wird. Die Kapsel wird in Folge davon immer undeutlicher, stellenweise gar nicht mehr oder nur noch mit Einer Contour sichtbar, bis schliesslich auch diese ganz verloren geht. Am längsten scheint sich bisweilen das dunkelkörnige Ansehen der Grundsubstanz zu erhalten, welche dann als dunkelgranulirter Streif mit verwischten Rändern in die homogene Knochenmasse sich hineinzieht, während ein scharfes Zusehen zu beiden Seiten desselben in einer feinen buchtigen Linie die Grenze der frühern Kapselwand erkennen lässt (Taf. 7. Fig. 2). — Die anfangs höchst unvollkommenen, rundlichen oder länglich eckigen, nur mit kurzen Ausläufern versehenen Zellen verhalten sich durch-

aus in der früher beschriebenen Weise, indem sie sich einen allmählig länger werdenden Kranz von feinen Kanälchen umbilden; nur können sie hier in Folge längern Bestehens zu vollkommenen Knochenkörperchen sich umwandeln. Ich muss auch hier darauf bestehen, dass diese Kanälchen wohl von der Zelle aus angeregt, keineswegs aber von Ausläufern derselben gebildet werden. Wiederholte, sowohl von Herrn Professor Henle als von mir angestellte Versuche mit Salzsäure liessen weder hier noch anderswo Spuren von solchen auffinden. Wurde Knochen längere Zeit bis zur vollständigen Erweichung des Knorpels mit solcher behandelt, so blieben die Knochenzellen, sorgfältig unter das Mikroskop gebracht, von all ihren Kanälchen umgeben; bei Druck auf das Deckglas aber verschwanden letztere augenblicklich, indem die Grundmasse gleichförmig zerfloss und die frei gewordene Zelle nur jene wenigen kurzen und kräftigen Ausläufer, die sie schon vor ihrem Einschlusse besass, behielt. Wollte man annehmen, dass die übrigen ihrer ausserordentlichen Feinheit wegen einfach verloren gegangen seien, so wäre doch schwer zu begreifen, wie diess unter unsern Augen so vollkommen geschehen sollte, dass auch keine Spur mehr davon sich auffinden liesse, und ausserdem müssten doch wohl an der Zellmembran wenigstens die Insertionsstellen der abgerissenen Fäden sich erkennen lassen, was nicht der Fall ist. Eine Communication zwischen den Kanälchen und der Zellenhöhle kann mithin nur mittelbar durch die Zellmembran hindurch stattfinden, und es bleibt die durch direkte Beobachtung äusserst schwierig zu entscheidende Frage zu beantworten, ob ein solcher Uebergang nothwendig erfolgen müsse, indem die Zellmembran, der Knochenmasse ringsum dicht anliegend, die Enden jener Kanälchen verschliesst, oder ob diese zunächst in einen die Zelle umgebenden Hohlraum münden. In jenem Fall würde, um ein rohes Bild zu gebrauchen, die Zelle gleichsam als ein in das Kanalsystem eingeschobener Filtrirapparat, in diesem dagegen vielleicht eher als ein Wächter zu betrachten sein, der für das Offenbleiben der Leitungsröhren zu sorgen hätte. Ich muss gestehen, dass mir letztere Auffassungsweise weitaus am meisten zusagt, zumal die erstere schon aus physiologischen Gründen kaum zulässig erscheint. Ein solcher Hohlraum im Umkreise der Zellen ist freilich nur höchst selten wirklich zu beobachten, doch glaube ich in mehreren Fällen einen solchen mit Bestimmtheit gesehen zu haben. Ausserdem aber tritt er pathologisch, z. B. in rhachitischen oder der Resorption anheimgefallenen Knochen, häufig genug mit grosser Klarheit auf, so

dass die Idee, es möchte sich hier nicht um ein durchaus neues, sondern nur um ein abnorm vergrössertes Gebilde handeln, kaum ohne Weiteres zurückzuweisen sein möchte. Fernern Forschungen wird es vorbehalten sein, hier Gewissheit zu verschaffen.

Besonderer Erwähnung bedarf die Verknöcherung, wie sie in ihren letzten Ausläufern ohne vorhergegangene Umwandlung der foetalen Knorpelzelle vor sich geht, einestheils desshalb, weil sie nach einem von dem bisherigen scheinbar ganz abweichenden Typus sich gestaltet, andernteils aber auch, weil dieselbe gerade in der Symphyse zur Stützung einer von der unsrigen ganz verschiedenen Theorie benutzt wurde. Eine nähere Prüfung lässt auch hier sehr bald die Gültigkeit der früher aufgestellten Gesetze erkennen. Was vor allem einen Unterschied von den bisher besprochenen Erscheinungen bedingt, ist die ausserordentlich frühe Verknöcherung der Kapsel, welche derjenigen der allgemeinen Grundsubstanz so weit voranschreitet, dass sie selbst von letzterer noch vollkommen umschlossene und von dem Knochenrande ziemlich entfernte Kapseln ergreift (Taf. 7. Fig. 3). Diese verkalken wie früher, so auch hier homogen und erscheinen desshalb hell, während an ihre innere und äussere Fläche dunkle, gröbere oder feinere Kalkkrümel sich ablagern, und als zwei scharf geschiedene Ringe aus der hellern Umgebung hervortreten. Der äussere von ihnen verwischt sich nach aussen und setzt sich oft streifig in die Grundsubstanz fort; der innere dagegen ist nach innen meist deutlicher begrenzt und zeigt in seiner Mitte noch ganz unverändert die kleine rundliche, höchstens etwas eckige Zelle, an der ich von einem Auswachsen nie etwas bemerkt habe. Indem allmähig auch die Grundsubstanz mit einer dunkeln, krümligen, oft streifigen Kalkmasse sich imprägnirt, werden diese verknöcherten Kapseln von der Verknöcherungslinie aufgenommen, wo ihre Unterscheidung in der Regel ziemlich schwierig wird. Glückliche Schnitte führen oft neben einander alle Stufen dieses Eingeschlossenwerdens vor. In mehrfächerigen Kapseln verknöchern gleich von Anfang auch sämtliche Scheidewände, und tritt eine Resorption dieser letztern niemals ein; jedes Fach verhält sich dann wie eine vollkommen einfache Kapsel. Die Höhle füllt sich auch hier allmähig von ihren Wänden aus mit Erdsalzen und zwar, wie sich nicht selten ziemlich deutlich beobachten lässt, und wie von denen, welche die Kapsel für die verdickte Zellmembran halten, längst beschrieben worden, unter Bildung von Porenkanälchen. Dass hier nicht Ausläufer der Zelle mitbe-

theiligt sind, ist über allen Zweifel erhaben, da sich leicht nachweisen lässt, dass dieselbe überhaupt gar keine besitzt. Also auch hier ein neuer Beleg für die früher vertheidigte Natur der Knochenkanälchen. Durch Verschwinden der Kalkkrümel erhält der junge Knochen sehr bald ein helles, homogenes Ansehen, wobei die Kapsel verschwindet und die Knochenzelle frei in die Knochenmasse sich einbettet. Dieselbe entspricht in der Grösse vollkommen der frühern Knorpelzelle, und wird, doch nicht immer, meist von kurzen und wenig zahlreichen Strahlen umgeben, deren weitere Entwicklung wohl kaum noch oder nur in geringem Grade stattfindet; daher denn auch das Ansehen des so entstandenen Knochens von demjenigen des vollständig ausgebildeten sich stets, wenn der Ausdruck gestattet ist, durch geringere Eleganz wesentlich unterscheidet. Die Strahlen werden um so vollkommener, je weiter wir vom Verknöcherungsrande weg zu den Knochenpartieen älterer Bildung vordringen, bis wir schliesslich zu vollkommen ausgebildeten, normalen Knochenzellen gelangen. — Dass es sich hier nicht mehr um den Uebergang von Knochenkapseln in Markräume handeln kann, ist wohl selbstverständlich. Auch Theilung der Zelle kommt nicht vor und wir erhalten somit eine der Summe von Knorpelzellen genau entsprechende von Knochenkörperchen, während zugleich der entstehende Knochen nicht mehr spongiös, sondern compact wird. Der Uebergang zwischen beiden Arten wurde durch die allmähliche Verkümmern der grossen, vielzelligen Kapseln gebildet. Hierin findet die früher erwähnte Thatsache, dass im höhern Alter die knöcherne Begrenzungsfläche der Symphyse sich mit einer Schicht compacter Knochensubstanz belegt, ihre Erklärung.

In ganz gleicher Weise lässt sich dieser Vorgang im Rippenknorpel von Erwachsenen verfolgen.

Noch bedarf die lamelläre Schichtung des fertigen Knochens der Erwähnung. Ich habe nie bemerken können, dass sich eine solche unmittelbar bei der Auffüllung der Kapsel durch die Ablagerung der Kalksalze gebildet hätte, vielmehr war der hierbei gebildete Knochen stets homogen und zeigte erst später eine Sonderung in Schichten. Ich bin daher sehr geneigt, diese für das Resultat einer erst secundär erfolgenden eigenthümlichen Zerklüftung zu halten, und diess um so mehr, als sie auch in dem unmittelbar aus der verknöcherten Grundsubstanz des Knorpels hervorgegangenen Knochen hervortritt.

Soll ich schliesslich noch einmal die im Verlaufe unserer Betrachtungen erhaltenen Resultate kurz zusammenfassen, so ergiebt sich als das wichtigste derselben dasjenige, dass sämtliche Zellen des aus hyalinem Knorpel entstandenen Knochens weder neue, noch etwa von aussen, z. B. vom Periost aus eingedrungene Gebilde, sondern vielmehr mehr oder weniger direkte Abkömmlinge der ursprünglichen Knorpelzellen sind. Das ganze Verhalten dieser letztern aber hat gezeigt, dass für sie der Begriff einer besondern, typisch begrenzten Art wegfallen und an dessen Stelle wohl richtiger derjenige einer eigenthümlichen Entwicklungsstufe der Bindegewebszelle gesetzt werden muss, als welche sie ja auch schliesslich erscheint, freilich häufig, um als Knochenkörperchen sich von neuem zu maskiren. Es kann mithin auch die strenge Unterscheidung zwischen Knochenbildung aus hyalinem Knorpel und solcher aus einer bindegewebigen Ablagerung des Periostes nicht aufrecht erhalten werden, da ja auch ersterer vor seiner Verkalkung, wenigstens was seine zelligen Gebilde anbetrifft, die Natur der letztern annimmt, und die beiden Grundsubstanzen zu nahe verwandt sind, als dass sie durch ihre Verschiedenheit ein genügendes Moment zur Trennung abzugeben vermöchten. Billig darf wohl, obgleich ich sonst kein Freund teleologischer Erklärung bin, darnach gefragt werden, was die Natur bestimmt haben mag, in dem einen Falle die osteogene Substanz erst die Zwischenstufe des hyalinen Knorpels durchlaufen zu lassen, in dem andern aber nicht. Die Art und Weise, wie dieser letztere auftritt, vermag uns jene Frage zu beantworten. Wir finden ihn nämlich stets da, wo auf die Verknöcherungsfläche ein bedeutender Druck ausgeübt wird, so namentlich an den Endpunkten aller langen Knochen, welche bestimmt sind, die Last des Körpers zu tragen. Wohl wäre unter diesen Verhältnissen die Entstehung einer weichen Masse, wie sie vom Perioste geliefert wird, niemals möglich gewesen; vielmehr wurde eine Vorrichtung erfordert, unter deren Schutze, frei von jedem Drucke, eine solche sich zu bilden vermöchte. In vollem Maasse wird dieser Aufgabe vom hyalinen Knorpel entsprochen, der zugleich den Vorthail besitzt, in möglichst concentrirter Form ein Material zu bieten, das entsprechend dem Bedürfniss rasch und leicht zu einem bedeutenden Volumen sich entfalten lässt; wie sehr aber letzteres geboten war, geht aus dem bedeutenden Längenwachsthum der Knochen zur Genüge hervor. Die Verhältnisse, unter denen das Dickenwachsthum derselben steht, machten derlei Vorkehrungen überflüssig und eine direktere Erzeugung von Knochensubstanz

möglich. Wir hatten ja auch überall Gelegenheit zu sehen, wie ein solches Dickenwachsthum vom Knorpel durchaus unberücksichtigt gelassen wird, wie er vielmehr stets durch die eigenthümliche Anordnung seiner zelligen Elemente in der Längsrichtung sich ausdehnt. Indem er hierdurch den centralen Theil des Knochens zu bilden erhält, die Periostablagerung aber den peripherischen, wird begreiflich, wesshalb er zur Bildung von Markräumen, mithin von spongiöser Knochen-substanz hinneigt, da hohle Knochen den gestellten physiologischen Bedingungen besser entsprechen als compacte.

Wenn man einen Unterschied zwischen permanentem und verknöcherndem Knorpel hat machen wollen, so ist ein solcher von histologischer Seite jedenfalls durchaus fallen zu lassen, indem er auch nicht im entferntesten in einer Verschiedenheit der Struktur sich begründen lässt. Der Rippenknorpel entwickelt sich ganz in derselben Weise wie der Symphysenknorpel; was von beiden im Alter als solcher sich erhält, zeigt ganz dieselben Verhältnisse, nur beträgt es dort ein Stück, das nach Zollen sich ausmessen lässt, während es hier oft durch das Mikroskop nachgewiesen werden muss. Dass aus physiologischen Gründen eine Unterscheidung ihre Berechtigung findet, soll damit natürlich nicht geläugnet werden.

3. Rhachitische Knochen.

Die Wichtigkeit, welche von verschiedenen Seiten gerade den rhachitischen Knochen bei der Erforschung des Verknöcherungsprozesses beigelegt worden ist, veranlasste mich zu untersuchen, in wie fern die an gesunden Knochen erhaltenen Resultate auch durch jene Bestätigung fänden. Es würde zu weit führen, wollte ich tiefer auf diesen Gegenstand eingehen, und ich begnüge mich daher mit den nothwendigsten Bemerkungen. Vor Allem muss ich, wie auch kürzlich H. Müller gethan, entschieden dagegen protestiren, dass von den hier gemachten Beobachtungen unbedingt auf den normalen Verknöcherungsprozess zurückgeschlossen werde; denn wenn auch im Allgemeinen der Hergang in der beschriebenen Weise sich nachweisen lässt, so erleidet er doch in manchen Punkten, in Folge besonderer, durch den krankhaften Zustand gesetzter Bedingungen, nicht unwesentliche Modificationen. Dieselben geben sich zunächst in einer excessiven Vergrößerung der Hohlräume kund, wodurch die einzelnen Kapseln nicht nur ungewöhnlich in die Länge gezogen werden, sondern selbst so sehr an Ausdehnung gewinnen, dass sie die sie verkittende Grundsubstanz stellenweise vollständig verdrängen und der Knorpel nur noch

aus einem weitmaschigen, von den Kapselwänden gebildeten Fachwerke besteht (Taf. 8. Fig. 1.). Die Ablagerung der Kalksalze selbst beginnt erst spät und geht nur unvollkommen vor sich, so dass sich hieraus die Weichheit und Biegsamkeit des Knochens erklärt. Abweichend vom normalen Vorgange scheint eine Resorption der Scheidewände zwischen den einzelnen Kapselfächern nur selten stattzufinden; vielmehr füllt sich jedes Fach in der früher beschriebenen Weise, allem Anschein nach unter Porenkanalbildung, mit Erdsalzen an. Es erklärt sich desshalb auch leicht, wesshalb diese Verknöcherungsweise zur normalen und allgemein gültigen von denen erhoben wurde, welche rhachitischen Objecten den Vorzug vor allen andern ertheilen. Zugleich musste der Umstand, dass an sehr vielen Stellen, vielleicht in Folge eines krankhaften Zustandes der Grundsubstanz, die gemeinschaftliche Kapsel entweder nur gering oder auch gar nicht entwickelt ist, dass vielmehr die Kapsel jedes einzelnen Faches mehr oder weniger selbstständig wird und ganz das Ansehen einer Zellmembran gewinnt, dazu verführen, ihr wirklich diese Bedeutung zuzuschreiben, die eigentliche Zelle aber als blossen Zelleninhalt aufzufassen (Taf. 8. Fig. 2.). Das Bild ist ganz dasselbe, wie wir es in ältern Symphysen kennen gelernt haben; wie dort, so leitet auch hier nur die Entwicklungsgeschichte zum richtigen Verständniss.

Im übrigen habe ich, ganz abgesehen von der durchaus abnormen Bildung der allgemeinen Zwischensubstanz, mich keineswegs von der gepriesenen grössern Deutlichkeit und Klarheit der aus rhachitischen Knochen gewonnenen Bilder überzeugen können, so dass auch in dieser Beziehung ganz junge, in Chromsäure erhärtete, gesunde Knochen nach meinem Dafürhalten entschieden den Vorzug verdienen.

4. Kritische Bemerkungen.

In neuester Zeit wurde durch H. Müller eine die normale Verknöcherung betreffende Arbeit¹⁾ veröffentlicht, deren Resultate allerdings von den bisherigen durchaus differiren, aber auch mit den meinigen so wenig übereinstimmen, dass ich dieselbe einer kurzen Besprechung unterwerfen zu müssen glaube. Müller hat zwar den rhachitischen Knochen als geeignetes Untersuchungsobject verworfen, aber gleich den meisten seiner Vorgänger die Knochenbildung vorzugsweise in spätern Stadien des foetalen Lebens oder erst nach der Geburt, wo sich der

¹⁾ Ueber die Entwicklung der Knochensubstanz u. s. w. in der Zeitschrift für wissenschaft. Zoologie. Bd. IX. pag. 147 u. ff.

ganze Vorgang keineswegs mit gehöriger Reinheit und Schärfe verfolgen lässt, untersucht; dagegen scheint er den ersten foetalen Bildungsstufen nur nebenbei seine Aufmerksamkeit zugewendet zu haben. Hieraus ergibt sich als wichtigste Folge, dass es ihm nicht gelungen ist, sich eine bestimmte und klare Anschauung von der Umwandlung der Zellen des Knorpels in diejenigen des Knochens und des foetalen Markes zu verschaffen, während doch Objecte aus ganz jungen Knochen hierüber nicht den geringsten Zweifel zulassen. — Was die Vorgänge der Verknöcherung selbst anbetrifft, so betrachtet er zwar ebenfalls als ersten Anfang derselben die Bildung von Kapseln; allein es stehen nach ihm dieselben nicht in einer so bestimmten Beziehung zu den eingeschlossenen Zellen, wie meine Erfahrungen gelehrt, vielmehr sind sie in Form und Grösse mehr zufälliger Art, indem die Knochenbalken, entsprechend den breiten Streifen der Grundsubstanz, zwischen den Zellen sich durchziehen, ohne hierbei bestimmte Gruppen durch gemeinschaftliche Abstammung verknüpfter Zellen von einander zu trennen. Ueberhaupt betrachtet er die einzelnen Zellenhaufen nicht als ebensoviele Zellenfamilien, um mich dieses Ausdruckes zu bedienen, sondern lässt sie hauptsächlich durch den eigenthümlichen Prozess „des Richtens“ entstehen, während er freilich anderwärts auch Mutterzellen zugiebt. Ich glaube durch die Entwicklungsgeschichte des Knorpels die Unhaltbarkeit dieser beiden Sätze hinlänglich erwiesen, und dargethan zu haben, welchen Verhältnissen dieselben ihren Ursprung verdanken. — Die Imprägnation des Knorpels mit Erdsalzen betrachtet Müller als ein nur provisorisches Stadium, und stellt dasselbe als blosser Verkalkung der eigentlichen Verknöcherung gegenüber. Die eigentliche, fertige Knochensubstanz setzt sich an die Stelle des bloss verkalkten Knorpels; es geht ihrer Ablagerung die Resorption dieses letztern, hierdurch bedingte Eröffnung der Kapseln, schliesslich durch die Gefässe vermitteltes Auftreten einer sogenannten osteogenen Substanz voraus. Ich kann diesen Angaben in keiner Weise beitreten; vielmehr hatte ich vielfach Gelegenheit mich zu überzeugen, wie durchaus unversehrte Kapseln, mit Umwandlung ihrer Zellen zu Knochenkörperchen, von ächter Knochensubstanz erfüllt werden. Ueberhaupt aber glaube ich nicht, dass bei dem ganzen Prozesse die Blutgefässe irgendwie direkt betheiligt sind und ich bestreite desshalb auch, dass demselben die Eröffnung der Kapseln vorangehen muss; ich möchte im Gegentheil, gestützt auf direkte Beobachtung, den Satz aufstellen, dass, wo diese beiden Momente bereits vorhanden sind, eine weitere Knochenbildung

gar nicht oder nur in sehr untergeordnetem Maasse erfolgt, indem der Hohlraum, mag er nun aus einer einfachen Kapsel bestehen oder mag theilweise bereits Ablagerung von Erdsalzen stattgefunden haben, zu einem wirklichen Markraume geworden ist. Schmelzung der verkalkten Knorpelsubstanz, im Sinne Müller's, und Bildung ächten Knochengewebes stehen in durchaus antagonistischem Verhältnisse; je bedeutender jene, um so geringer diese. Wie wir gesehen haben, wiegt letztere am meisten in den von Müller freilich geläugneten, aber jedenfalls, wenigstens in foetalen und rhachitischen Knochen, ganz unzweifelhaft vorkommenden Fällen vor, wo die einzelnen Kapselfächer gar nicht zu einem grössern Hohlraum zusammenfliessen, sondern einfach mit Erdsalzen sich anfüllen, während weit und breit von Gefässen keine Spur vorhanden ist. Ich kann desshalb auch den Knorpelkanälen durchaus keinen specifischen Einfluss auf den Gang der Verknöcherung zuschreiben, obgleich ich nicht bestreiten will, dass sie durch reichlichere Zuführung von Ernährungssäften dieselbe, wie jeden andern Entwicklungsprozess auch, begünstigen können; wenn aber, wie Müller angiebt, bisweilen die Bildung der Knochensubstanz in ihrer unmittelbaren Umgebung zuerst auftritt, so erklärt sich diess leicht daraus, dass dieselbe eben in Folge des bei der Entstehung der Knorpelkanäle thätigen Prozesses den Boden dort schon hinreichend vorbereitet, und die Zellen in das gehörige Entwicklungsstadium vorgerückt findet, während solches im weitem Umkreise noch nicht der Fall ist. Dass der primär verkalkte Knorpel gar nicht erst aufgesogen zu werden braucht, dass er sich vielmehr direkt durch homogenere Anordnung der ihn durchdringenden Erdsalze in fertigen Knochen umzuwandeln vermag, beweisen, wie mir scheint, nebst vielen andern, Bilder wie das Taf. 7. Fig. 2 gezeichnete auf's schlagendste; auch ist gewiss kein Grund vorhanden, Knochenmassen, wie sie z. B. in ältern Symphysen auftreten und erwiesenermaassen direkt aus der Verkalkung des Knorpels hervorgegangen sind, als specifisch verschieden von den früher gebildeten zu betrachten; jedenfalls möchte es schwierig sein, sowohl in räumlicher als zeitlicher Beziehung eine Scheidelinie zwischen beiden zu ziehen. Es ergiebt sich aus dem Gesagten fast von selbst, dass ich mit der Annahme einer erst secundär auftretenden sogenannten osteogenen Substanz mich keineswegs befreunden kann; ich nenne es eine Annahme, da wenigstens meine Beobachtungen mir eine solche niemals vor Augen geführt haben. Auch vermag ich nicht einzusehen, was mit einer solchen gewonnen werden soll, nachdem die Knochenzellen sich

als die direkten Abkömmlinge der Knorpelzellen erwiesen haben. Die Erfahrung wenigstens, dass der Knochenknorpel beim Kochen Glutin, der hyaline Knorpel aber Chondrin liefert, zwingt nicht dazu; sind doch beide Substanzen so nahe mit einander verwandt, dass die Chemie Mühe hat, scharfe Grenzen zwischen ihnen zu ziehen. Mir scheint es daher auch viel einfacher, die eine Substanz durch geringe Umwandlung der andern entstehen zu lassen, wie ja solches auch der Kunst gelingt, als einer Substituierung, mag nun eine solche feiner mehr allmählig als durch molekulären Umtausch, oder gröber auf einmal als durch vollständige, vorangehende Resorption der einen Substanz geschehend gedacht werden, das Wort zu reden¹⁾.

Diess die Gründe, welche mich bestimmen, an den selbst gewonnenen Resultaten vor der Hand festzuhalten, indem ich es weitem Forschungen überlasse, eine, wie ich hoffe, recht baldige Einigung herbeizuführen.

¹⁾ Wenn, was ich unentschieden lassen musste, der Ablagerung der Kalksalze in den Kapseln auch wirklich diejenige eines weichen Blastems vorausgehen sollte, so könnte solchem doch niemals die Bedeutung einer osteogenen Substanz im Sinne Müller's beigelegt werden.

Erklärung der Kupfertafeln.

Taf. I.

Verschiedene Durchschnitte der Symphysis ossium pubis in natürlicher Grösse.

Fig. 1—5. Querdurchschnitte normal gebauter Symphysen, und zwar Fig. 1 von einem 4wöchentlichen Kinde, mit deutlichen Knorpelkanälen; Fig. 2 von einem 8wöchentlichen Knaben; beide noch ohne Höhle. — Fig. 3 von einem 10jährigen, Fig. 4 von einem 17jährigen Mädchen; beide mit einer Höhle. — Fig. 5 von einer 64jährigen Frau, die zweimal geboren hatte, zuletzt vor 28 Jahren; der hyaline Knorpel vollständig geschwunden, die Höhle sehr bedeutend.

Fig. 6. Querdurchschnitt der Symph. eines 40—50 Jahre alten Mannes; der hyaline Knorpel geschwunden, beide Knochenflächen mit einer Corticalschicht bedeckt, die Höhle geschlängelt.

Fig. 7. Q. d. S. eines 47jährigen Mannes; Höhle nach vorn gegabelt; sonst normal.

Fig. 8 a. Q. d. S. einer Frau von 46 Jahren, die zweimal geboren hatte, zuletzt vor 17 Jahren; zwei scheinbar vollständig getrennte Höhlen, längs der links gelegenen ein schmaler Streif von Faserknorpel.

Fig. 8 b. Dieselbe Symphyse, tiefer unten durchschnitten; die rechtsseitig gelegene Höhle ergiebt sich als seitliche Abzweigung der links gelegenen Haupthöhle; vorn schlägt sie sich um den hyalinen Knorpel nach links hinüber. — In beiden Fällen wird derselbe abnormer Weise von ihr durchsetzt.

Fig. 9. Q. d. S. einer Frau von 34 Jahren, die viermal geboren hatte, zuletzt vor zwei Jahren; Höhle sehr bedeutend, vorn links, hinten beiderseits um den hyalinen Knorpel sich herumschlagend.

Fig. 10. Q. d. S. einer im 5—6. Schwangerschaftsmonate verstorbenen Frau (Alter unbekannt).

In diesen beiden Fällen die Verbindung gelenkartig, der Faserknorpel fast ganz geschwunden, die Bandfasern der hintern Seite in hohem Grade entwickelt.

Fig. 11. Q. d. S. einer im Wochenbett verstorbenen Frau (Alter unbekannt); von demjenigen einer jungfräulichen in keiner Weise verschieden.

Fig. 12. Frontaldurchschnitt der Symph. eines 9jährigen Knaben; zeigt den Knochenrand wellenförmig gekerbt und die hyalinen Knorpelscheiben continuirlich in den noch unverknöcherten Theil des absteigenden Schambeinastes übergehend; eine Höhle ist bereits vorhanden. Normal.

Fig. 13. F. d. S. eines 21jährigen Mädchens; der Knochenrand mit starken Vorsprüngen; eine Höhle fehlt; im übrigen normal.

Fig. 14. Medianschnitt der Symph. eines 24jährigen Mädchens; zeigt in seinem hintern Abschnitte die Höhle. Normal.

Taf. II.

Entwicklung des hyalinen Knorpels; aus den Röhrenknochen eines zweizölligen Rindsfoetus.

(Bei 270facher Vergrösserung gezeichnet.)

Fig. 1. Zellen in eben beginnender Theilung begriffen, noch ohne Kern. In mehreren wird der dunkle Inhalt durch einen hellen Saum von der Zellmembran geschieden. Rechts unten eine stark verlängerte Zelle mit deutlich getheiltem Inhalt. — Sämmtliche Zellen von einem hellen Saum umgeben, noch rundlich.

Fig. 2. Sechs quer durchschnittenen Kapseln, deren Wände als helle Säume im Umkreis der Zellenhaufen hervortreten; die Zellen theilweise aus der Tiefe durchschimmernd, grösstentheils ohne Kern.

Fig. 3. Dieselbe Entwicklungsstufe in einem Längsschnitte dargestellt. Kapsel- und Scheidewände hell; die Zellen stark abgeplattet, dunkel, stäbchen-, theilweise keulenförmig, in Reihen sich ordnend, rechts in der peripherischen Schicht des Knorpels kleiner und rundlich. Links der Rand von durchschnittenen Kapseln zackig mit zahlreichen, in Folge des Herausfallens der Zellen leeren Fächern.

Fig. 4. Querschnitt, in den bereits etwas aufgeblähten Zellen sehr schön die Theilung des Kernes in den verschiedensten Stadien vorführend. Die Zellen der Peripherie klein und langgezogen. Die Kapsel als heller Saum erscheinend.

Fig. 5. Längsschnitt, die kugelförmige Aufblähung der Zellen und Fächer vor Bildung des ersten Knochenkernes zeigend; erstere in diesem Falle stark runzlig und dunkel, nur selten mit deutlichem Kern; letztere theilweise durch Herausfallen der Zelle leer, am Rande in grosser Zahl durchschnitten; deutlich von der hellen, doppeltcontourirten Kapselwand umgeben.

Taf. III.

Verknöcherung des hyalinen Knorpels; aus den Röhrenknochen eines zweizölligen Rindsfoetus.

(Bei 270facher Vergrösserung gezeichnet.)

Fig. 1. Längsschnitt durch den Verknöcherungsrand, um die Bildung der Knochenkapseln zu zeigen. — *a.* Hyaliner Knorpel; jeder Zellenhaufe von einer gemeinsamen Kapsel umschlossen. — *b.* Die Kapsel vollkommen verknöchert; die Scheidewände noch vorhanden; aus den meisten Fächern die Zellen herausgefallen; in den übrigen aufgebläht. — *c.* Das Lumen der Kapseln durch Resorption der Scheidewände frei geworden, von zahlreichen, etwas eckigen Zellen erfüllt. — *d.* Verknöcherte Kapselwand, hell. — *e.* Verknöcherte Grundsubstanz, dunkel.

Fig. 2. Querschnitt durch den Verknöcherungsrand; die verknöcherten Kapselwände ringförmig den Inhalt umschliessend, dazwischen die Grundsubstanz noch unversehrt.

Fig. 3. Längsschnitt durch jüngste Knochenpartieen, die Veränderungen der Kapseln und ihres Inhaltes darstellend. — *a.* Leere Kapseln, die grössere rechts theilweise mit Kalksalzen angefüllt. — *b.* Frisch eingeschlossene Zellen, rundlich mit deutlichem grossen Kern. — Dieselben weiter oben *c* durch beginnende Bildung von Knochenkanälchen zu Knochenkörperchen sich umwandelnd. Mehrere der Kapseln vollständig mit Knochenmasse erfüllt; die Kapselwände nur noch theilweise *d* zu erkennen.

Fig. 4. Längsschnitt. Die Kapsel sammt deren Scheidewänden verknöchert; die eingeschlossenen Zellen *b* klein und nicht deutlich zu sehen. Die Kapselwand *a* von dunkeln feinen Kanälchen durchzogen; ihre innere Oberfläche stellenweise gekerbt.

Taf. IV.

Entwicklungsstadien der Knorpelzelle; ausser Fig. 2. mechanisch isolirt.

(Bei 270facher Vergrösserung gezeichnet.)

Fig. 1. Jüngste Knorpelzellen. Dieselben *a.* noch rundlich mit krümligem Inhalt, ohne besondern Kern; *b.* durchaus klar mit deutlichem Kern; *c.* stark abgeflacht, mit mehr oder weniger deutlichem Kern, theils von der Fläche, theils von der Kante gesehen. — *d.* Eine cylindrische, in Theilung begriffene Zelle von der Peripherie des Knorpels.

Fig. 2. Ganz flache Zellen mit Salpetersäure isolirt. Einfache *a.* von der Fläche; *b.* von der Kante. In Theilung begriffene *c.* von der Fläche, *d.* von der Kante gesehen.

Fig. 3. Ebensolche, mechanisch isolirt. *a.* Von der Fläche mit meist sichtbarem Kern; *b.* von der Kante. *c.* Dieselben von der Kante in verschiedenen Graden der Aufblähung, mit hervortretendem Kern; *d.* von unregelmässiger, in dem einen Falle stark geschrumpfter Gestalt. *e.* Scheinbar mit kurzen Ausläufern. *f.* Stark aufgequollene, aus Taf. 2. Fig. 5. isolirte Zellen.

Fig. 4. Zellen aus den jüngsten Kapseln. *a.* Bläschenförmig aufgequollen, klar, mit schönem grossen Kern. *b.* Bereits etwas eckig verzogen. *c.* Eine solche sehr grosse zartwandige mit seitenständigem Kern, zur Fettzelle (?) werdend.

Fig. 5. Sternförmig auswachsende Zellen aus ältern Kapseln. *a.* Eine Zelle stark mit Fettmolekeln gefüllt.

Taf. V.

Erscheinungsformen der auf foetaler Stufe stehen gebliebenen Knorpelzelle.

(Bei 270facher Vergrösserung gezeichnet.)

Fig. 1. Längsschnitt durch den permanenten Theil des Rippenknorpels, von einem jungen Kinde. Die Zellen unregelmässig durcheinander liegend, von der Kante gesehen; viele mit Fetttropfchen. Eine tiefere Lage dunkel durchschimmernd. Jede Zelle ihre Höhle vollständig ausfüllend.

Fig. 2. Zellen aus Fig. 1. mechanisch isolirt, grösstentheils von der Fläche aus gesehen. In den meisten tritt der Kern deutlich hervor. *a.* Eine Zelle zur Theilung sich einschnürend; *b.* eine solche mit grossem Fetttropfen neben dem Kern.

Fig. 3. Hyaliner Knorpel aus einer mehrjährigen Symphyse, fern vom Verknöcherungsrande; der Schnitt ist horizontal, somit einem Längsschnitt entsprechend, geführt. Die Zellen *b* sind im Verfolge der Theilung wieder klein und rundlich geworden und füllen ihre Höhle ganz aus. Um die einzelnen Gruppen die Umrisse *a* der wieder ausgefüllten frühern Höhlen noch deutlich sichtbar.

Fig. 4. Hyaliner Knorpel aus einer alten Symphyse. Die Zellen *b* klein, rundlich, von einer hellen doppelcontourirten Kapsel *a* umgeben. Der Hohlraum die eingeschlossene Zelle um das Mehrfache übertreffend.

Fig. 5. Dieselben Zellen nach der Zerfaserung der Grundsubstanz. Die Kapsel *a* membranartig die Zelle *b* umschliessend.

Fig. 6. Ein Stückchen Rippenknorpel vom Erwachsenen. Die Zelle *b* klein, rundlich, dunkel, von ihrer in verschiedener Weise ausgebildeten Kapsel *a* umgeben; diese letztere theils einfach, theils mehrfach. — Links zwei solcher Kapseln *a* sammt den eingeschlossenen Zellen *b* durch Salpetersäure isolirt.

Taf. VI.

Zwei Schnitte, senkrecht durch den Verknöcherungsrand junger Symphysen gelegt.

(Beide von getrockneten Präparaten genommen.)

Fig. 1. zeigt die der Ablagerung der Kalksalze vorangehende starke Aufblähung der Knorpelkapseln. Viele der Fächer *a* durch Herausfallen der Zelle *b* leer, von den hellen Kapselwänden umgeben.

Fig. 2. Die Verknöcherung bis an den noch nicht aufgeblähten Knorpel herangeschritten. Am Knochenrande einige der Kapseln theilweise aufgebläht und eingeschlossen, theilweise noch frei. *a.* Bereits verknöcherte Kapselwände; *b.* die (wie im Bilde zu wenig hervortritt) nicht verknöcherten Scheidewände. Sämmtliche Zellen aus den zwischenliegenden Fächern herausgefallen.

Taf. VII.

Drei Schnitte, senkrecht durch den Verknöcherungsrand der Symphyse gelegt.

Fig. 1. Aus der Symphyse eines jüngern Individuums. Rechts Knorpel mit einer Anzahl eiförmiger, von der hellen Kapsel umschlossener Zellenhaufen. Links 3 derselben in den Knochen eingeschlossen. Die obere durch Resorption der Scheidewände bereits in einen Hohlraum umgewandelt; bei der untersten hat solches erst in ihrem hintern Abschnitte stattgefunden, während im vordern noch die einzelnen Fächer sichtbar sind. Durch Herausfallen der Zellen sind sämmtliche Hohlräume leer. — Von einem getrockneten Präparate.

Fig. 2. Aus der Symphyse eines Neugeborenen. Zwei ausgefüllte Knochenkapseln ältern Datums. Ihre Umrisse im Verschwinden und nur noch durch die buchtigen Linien *a* bezeichnet. Zwischen beiden die verknöcherte hyaline Knorpelsubstanz noch mehr oder weniger dunkel granulirt, aber im Begriff homogen zu werden. Die Knochenzellen *b* gross, noch ohne Strahlen, mit schönem Kern.

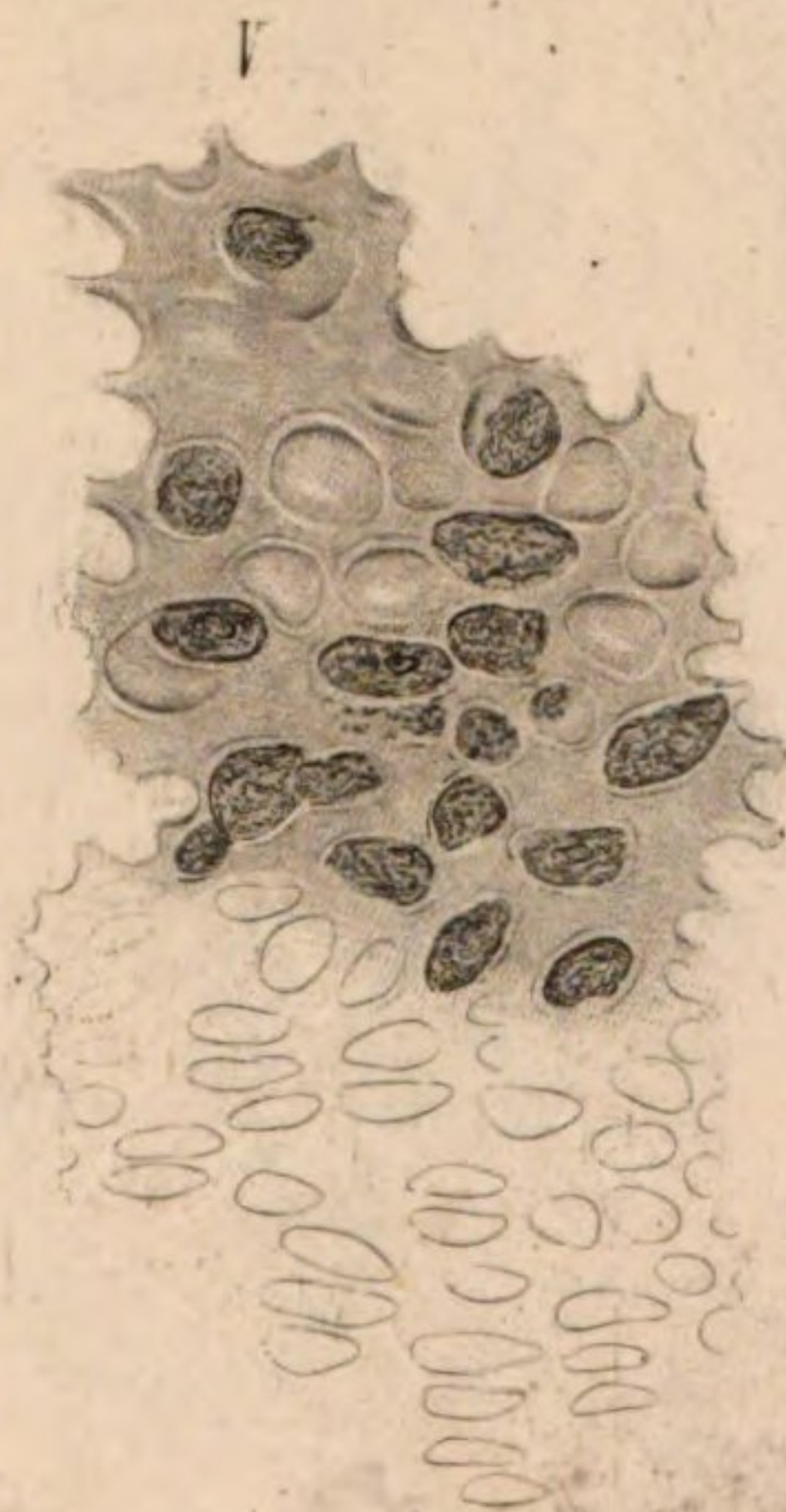
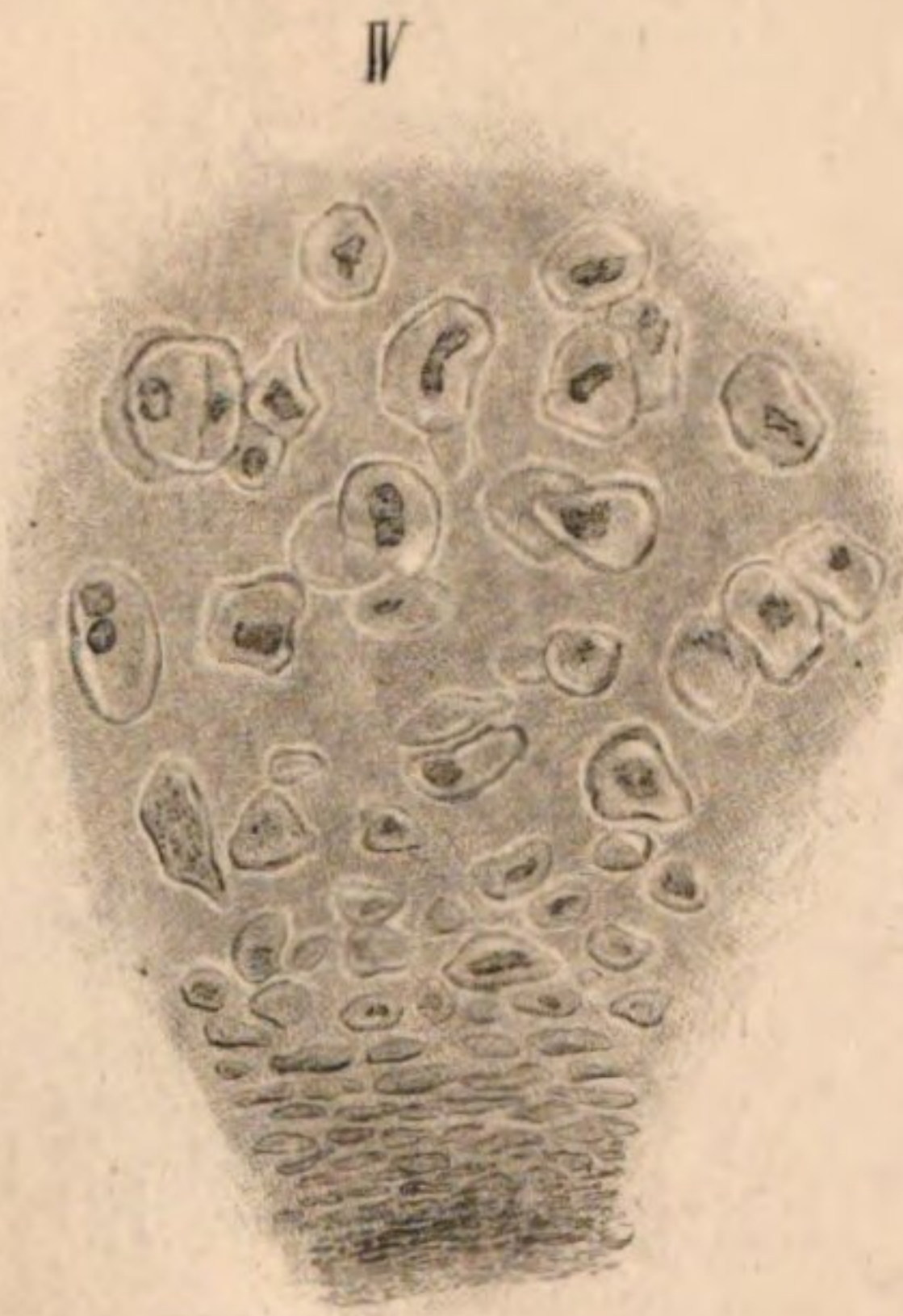
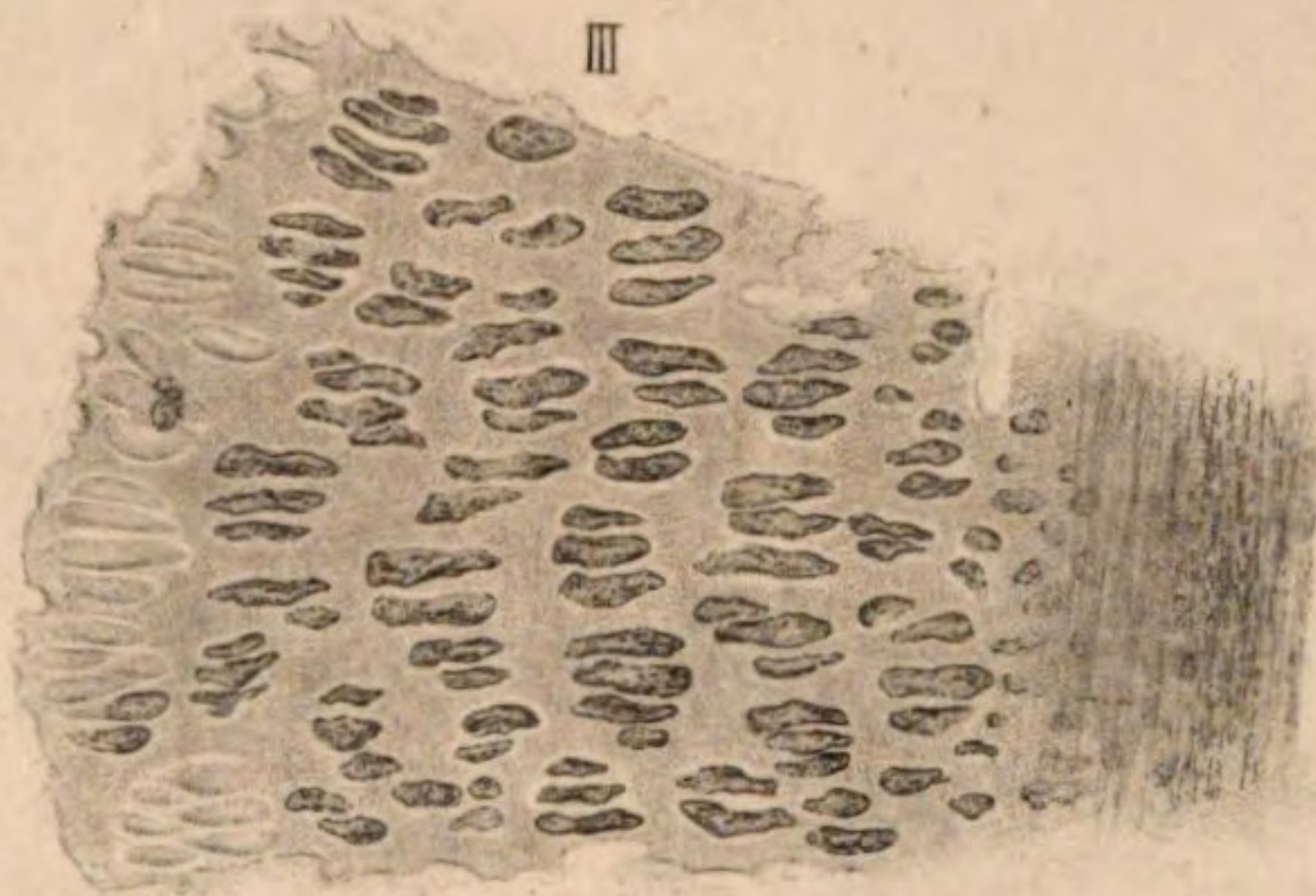
Fig. 3. Aus der Symphyse eines Erwachsenen. Rechts die Knorpelkapseln *a* in der Verknöcherung derjenigen der Grundsubstanz vorausgeschritten; von dunklen Kalksalzen grösstentheils ausgefüllt, im Centrum die kleine rundliche Zelle *b*. Links fertiger Knochen mit den kleinen strahlenlosen Zellen *c*. Porenkanälchen sind in diesem Präparate nicht zu sehen.

(Fig. 1. bei 150-, Fig. 2 u. 3. bei 270facher Vergr. gezeichnet.)

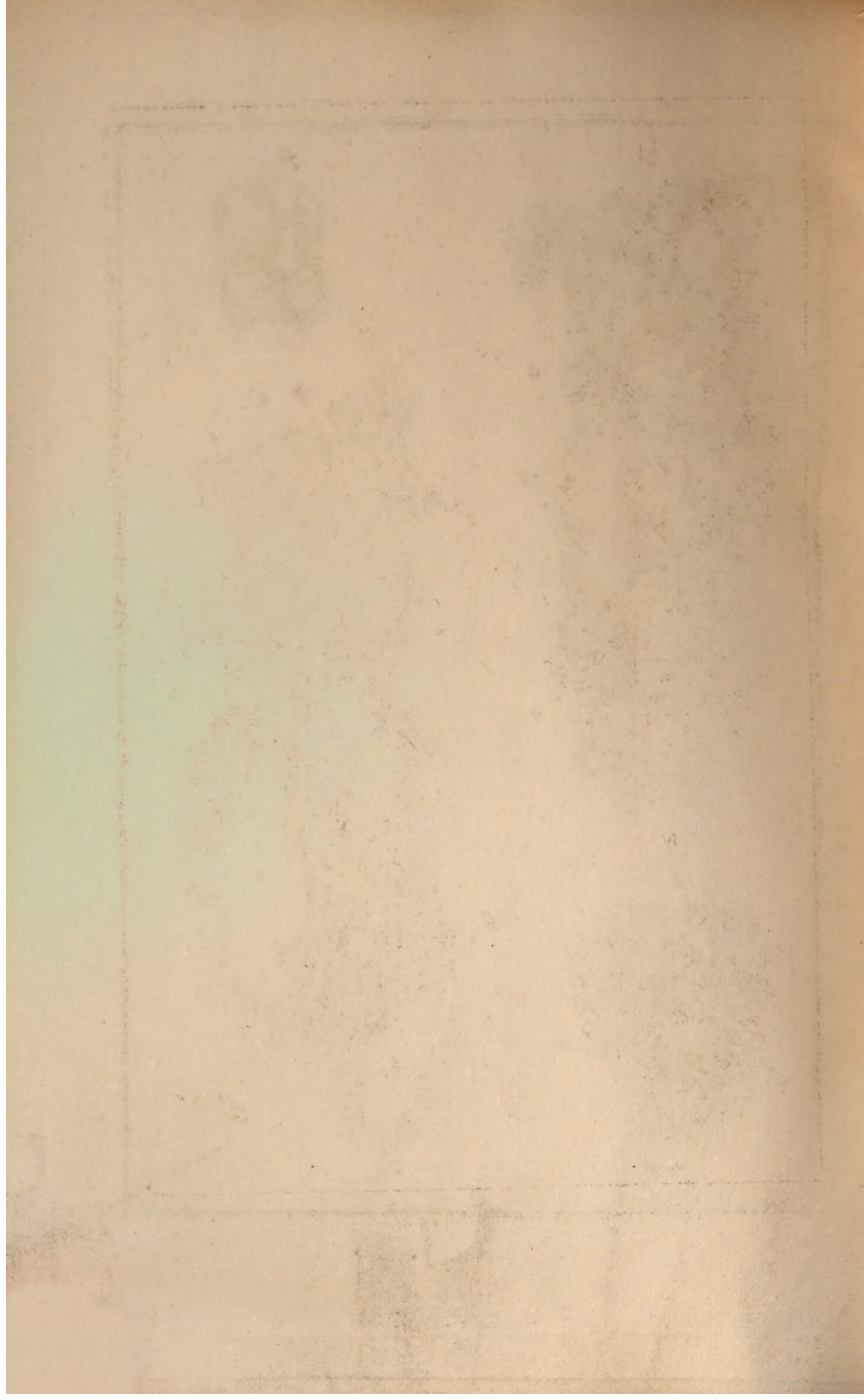
Taf. VIII.

Fig. 1 u. 2. Hyaliner Knorpel, aus der Nähe des Verknöcherungsrandes eines rhachitischen Röhrenknochens (bei 270facher Vergr. gezeichnet). — In Fig. 1. die Grundsubstanz geschwunden bis auf das Netzwerk der Kapselwände *a*, welches in seinen weiten Maschen die Zellen *b* einschliesst. — In Fig. 2. ist die gemeinschaftliche Kapsel nicht entwickelt. Die einzelnen Fächer selbstständig und von gesonderten Kapseln *a* umschlossen, darinnen die Zelle *b*.

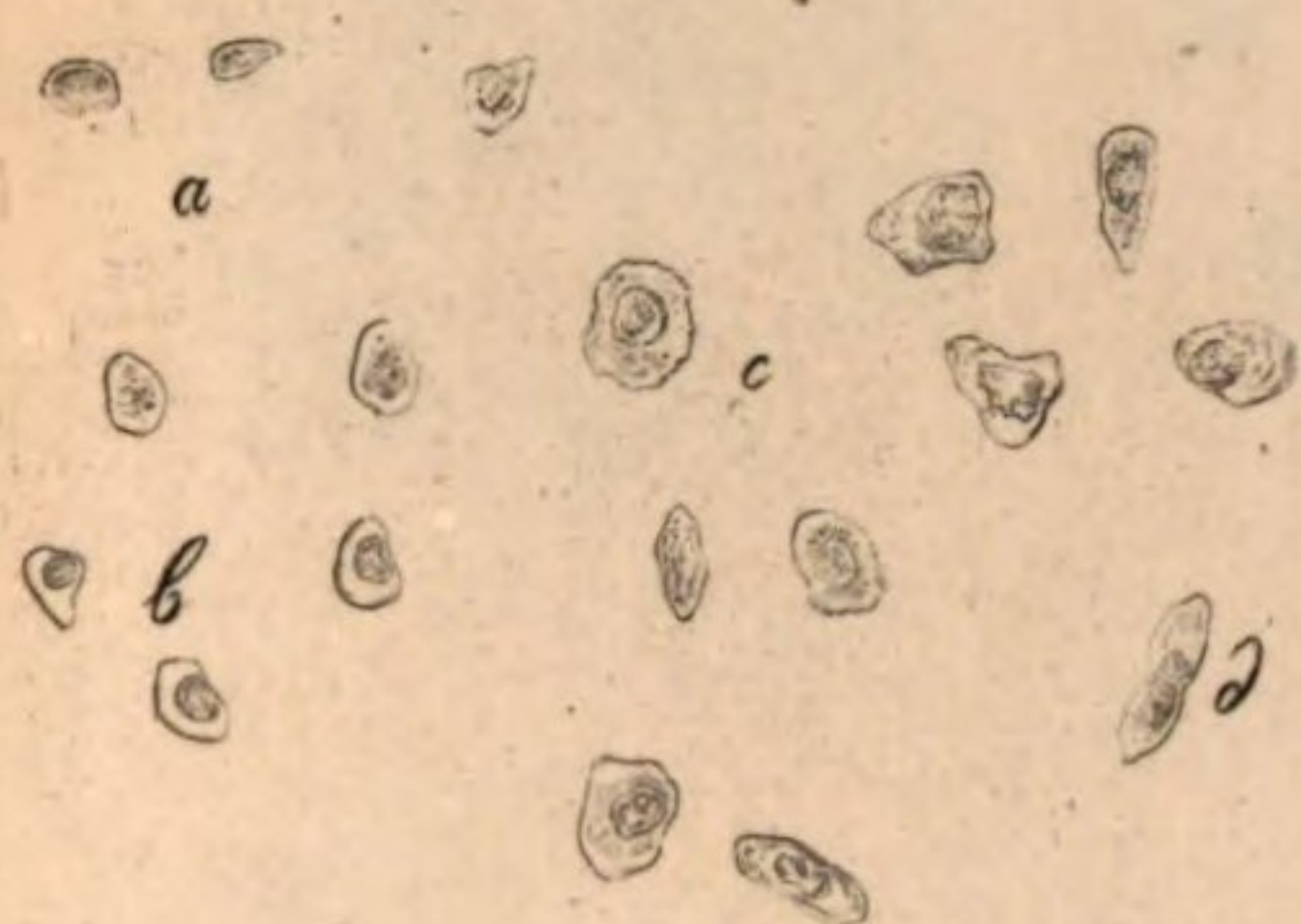
Fig. 3. Aus der Wand der Symphysenhöhle, um die Entstehung der zottenartigen Fortsätze zu zeigen (bei 270facher Vergr. gezeichnet). Zwei Zellenhaufen noch vollständig von der faserigen Grundsubstanz umschlossen. Ein grösserer bis zu deren Oberfläche vorgerückt und im Begriff zu zerfallen. Links Ueberreste der Grundsubstanz in verschiedener Form.



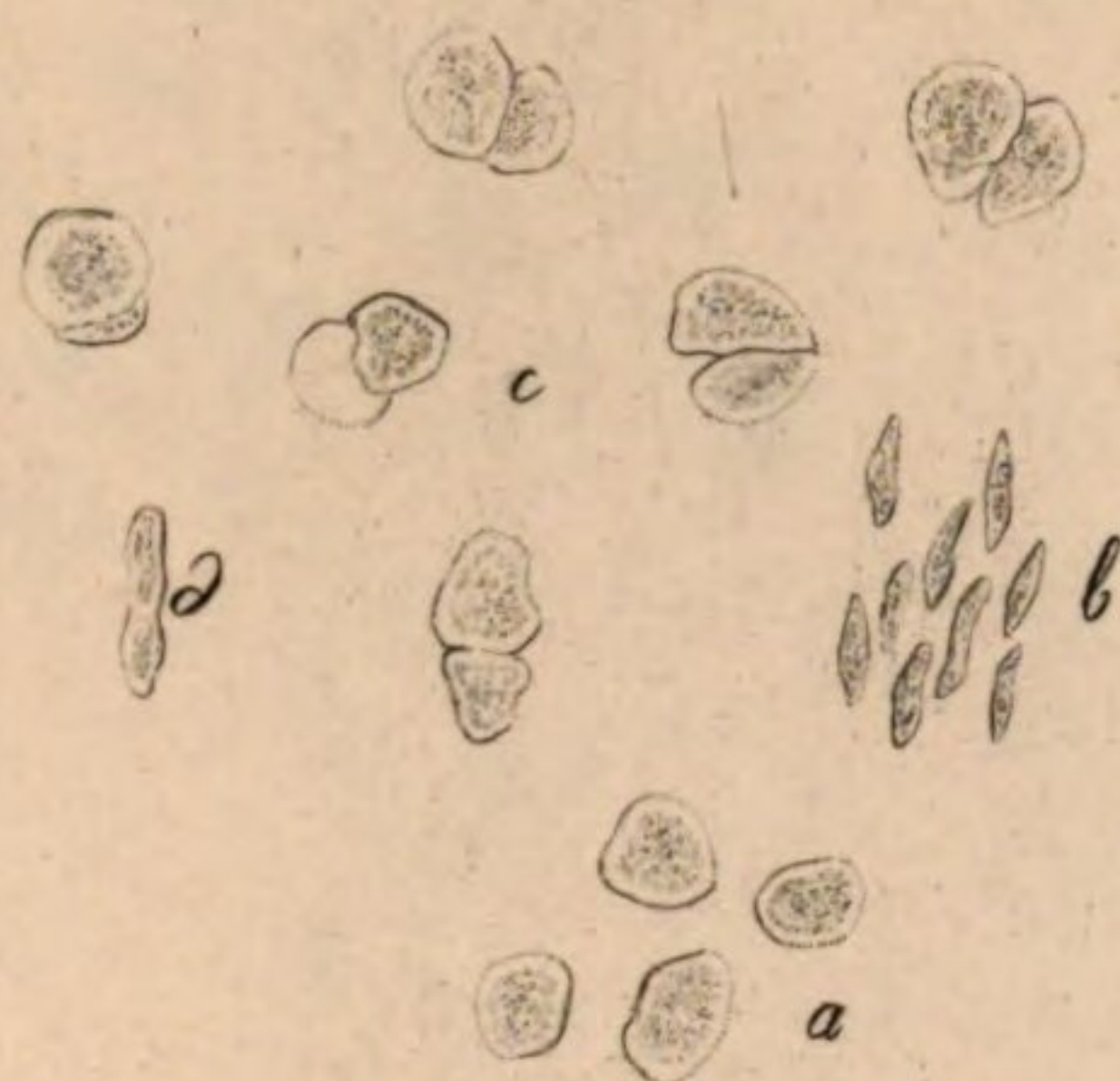




I



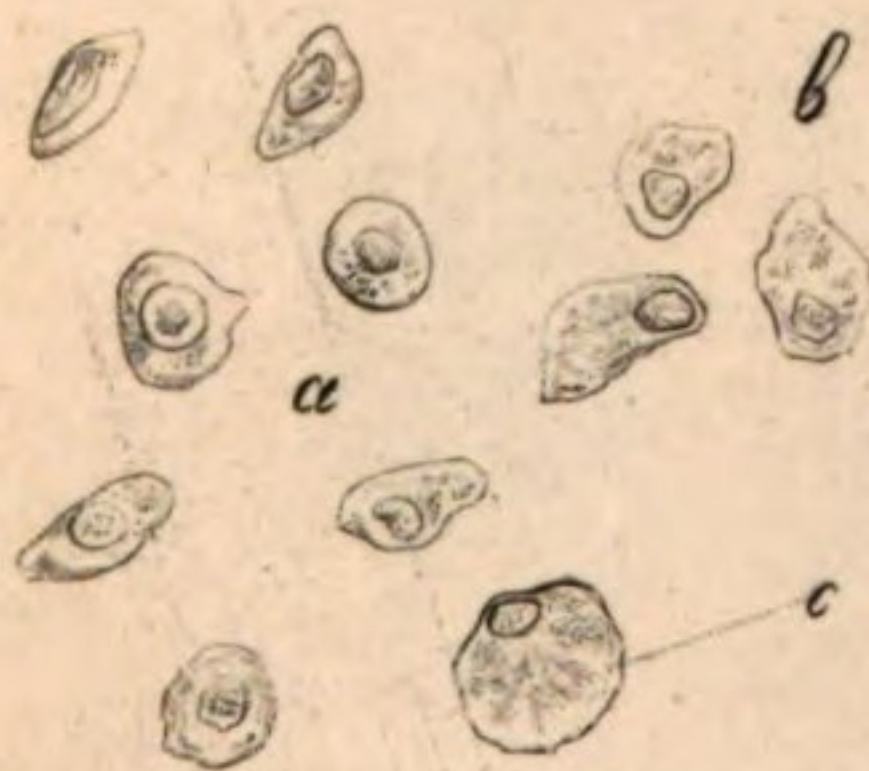
II



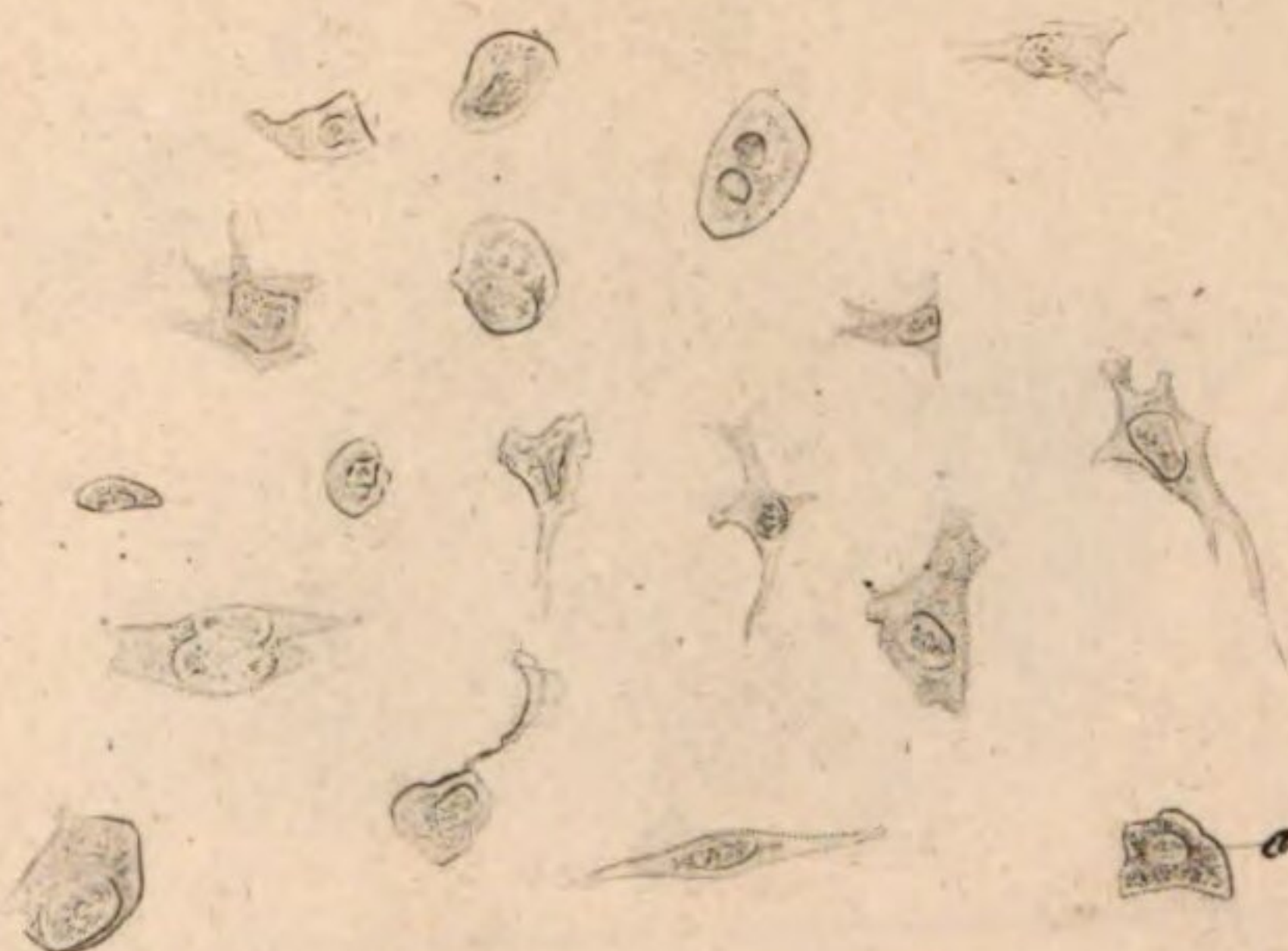
III

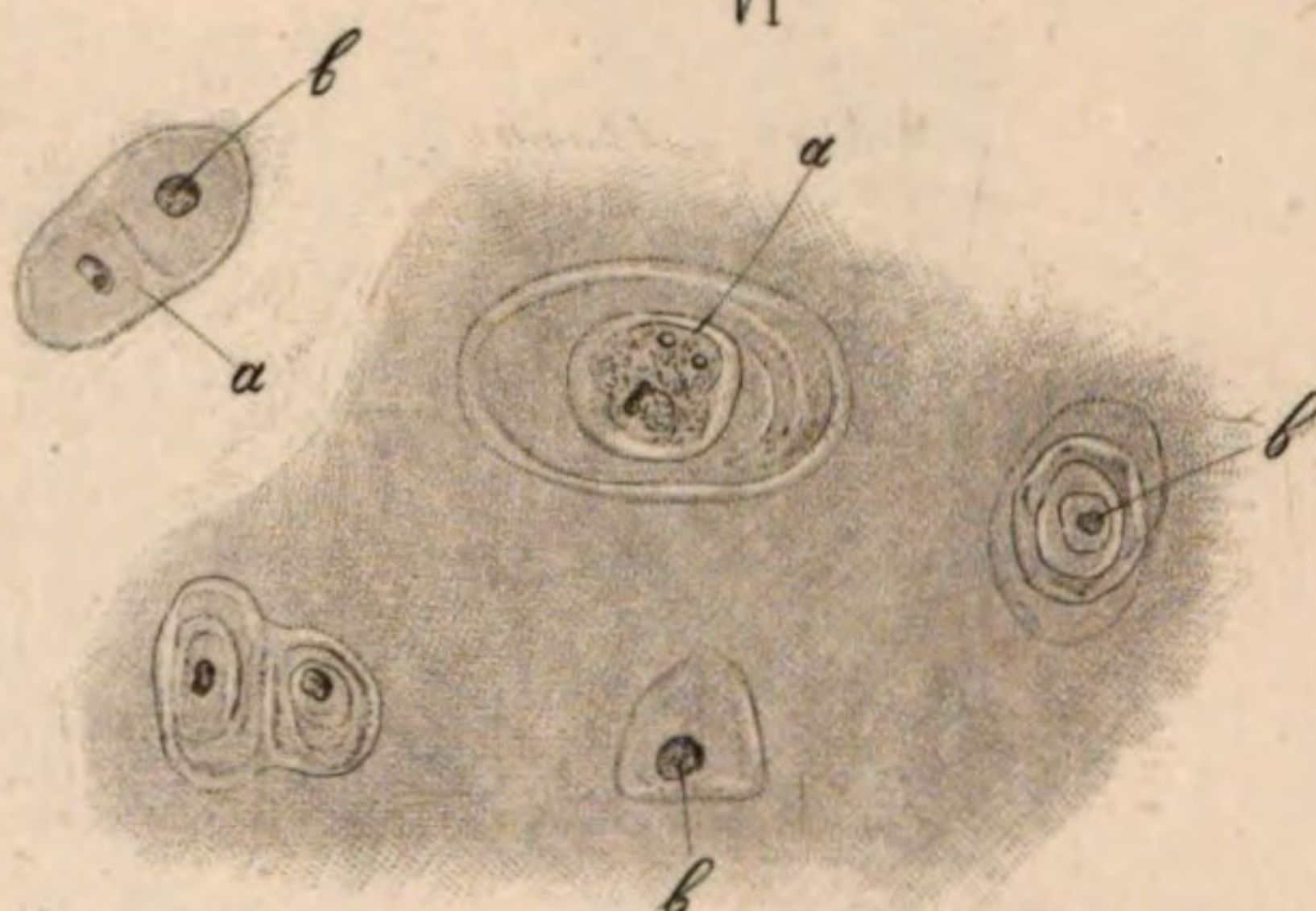
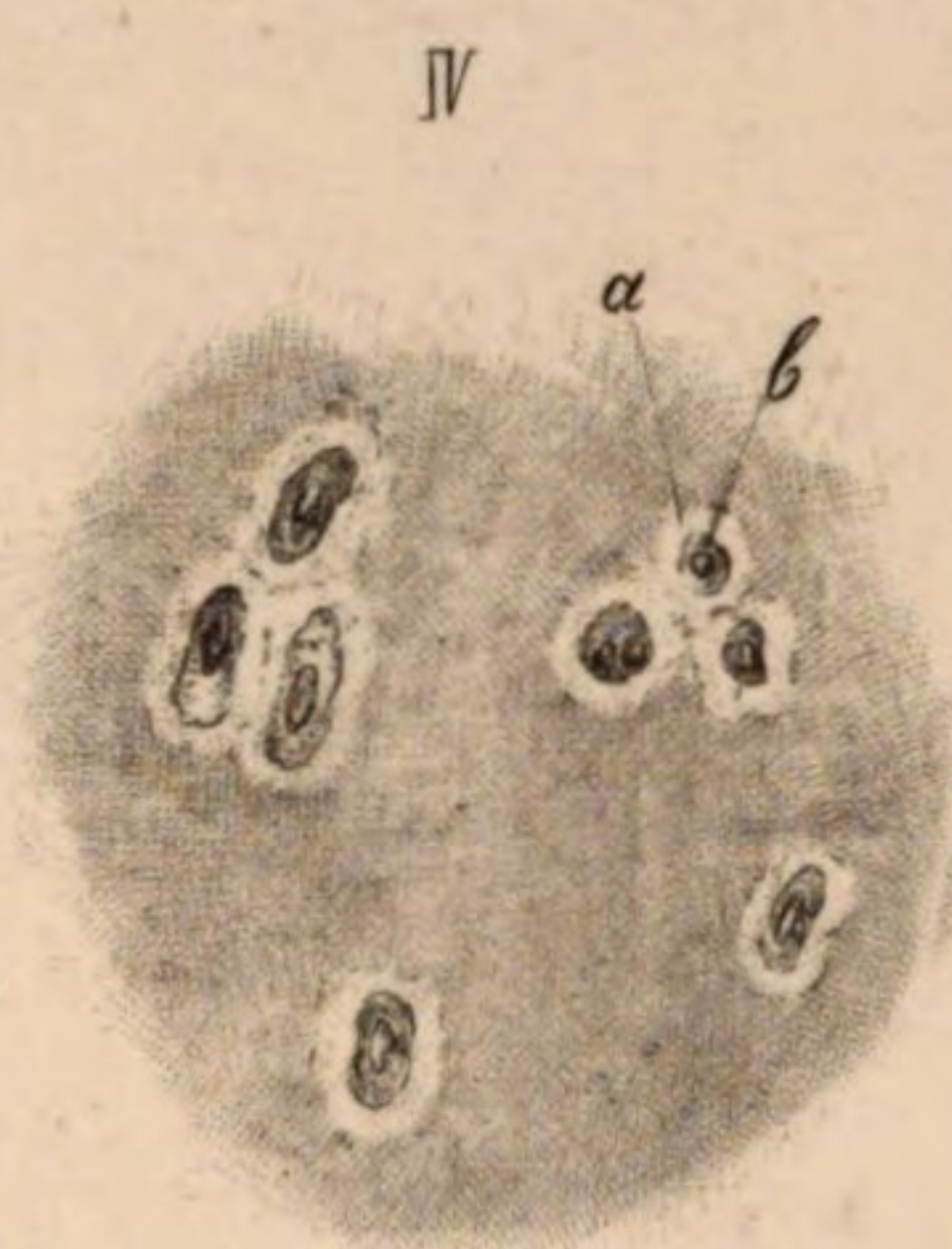


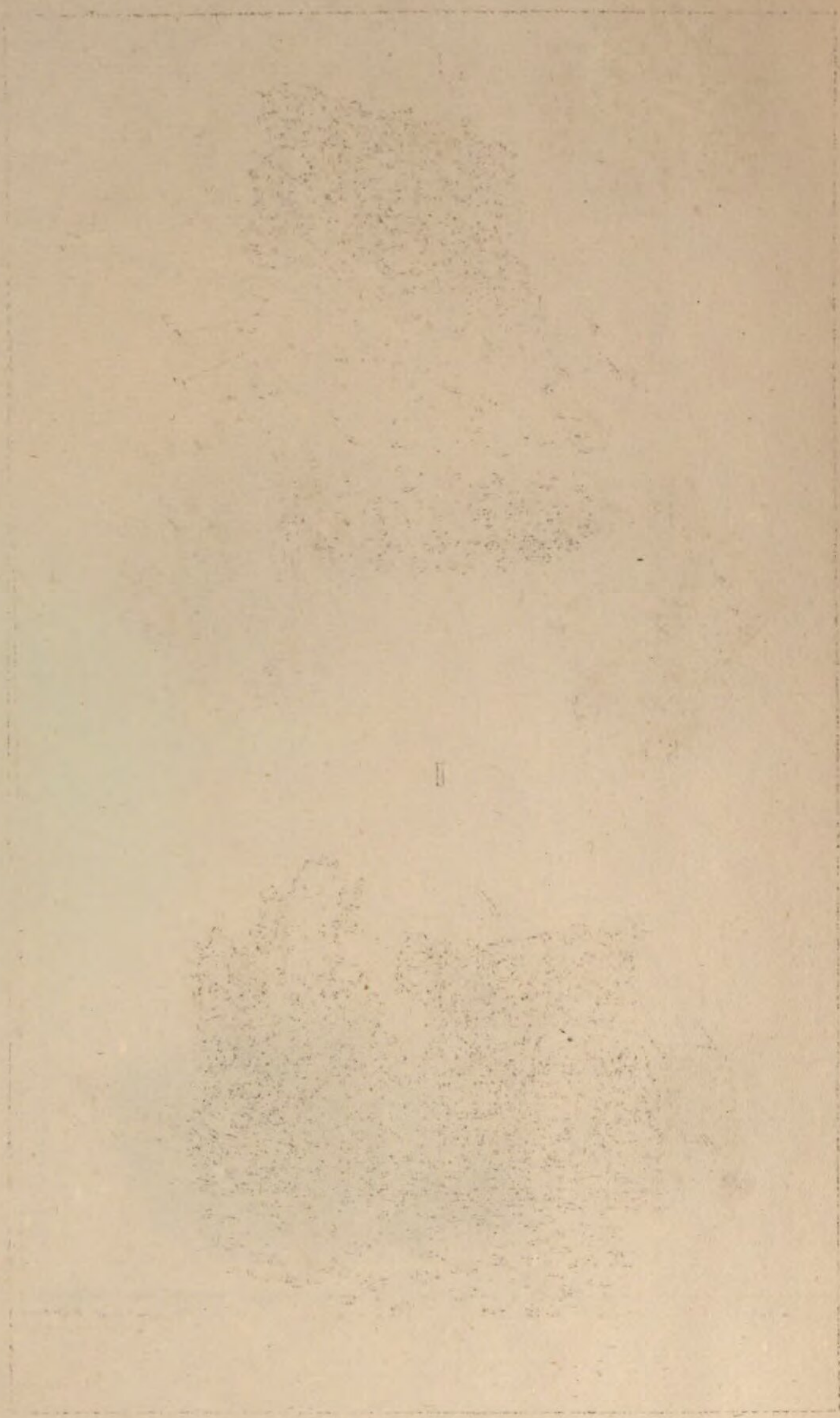
IV



V



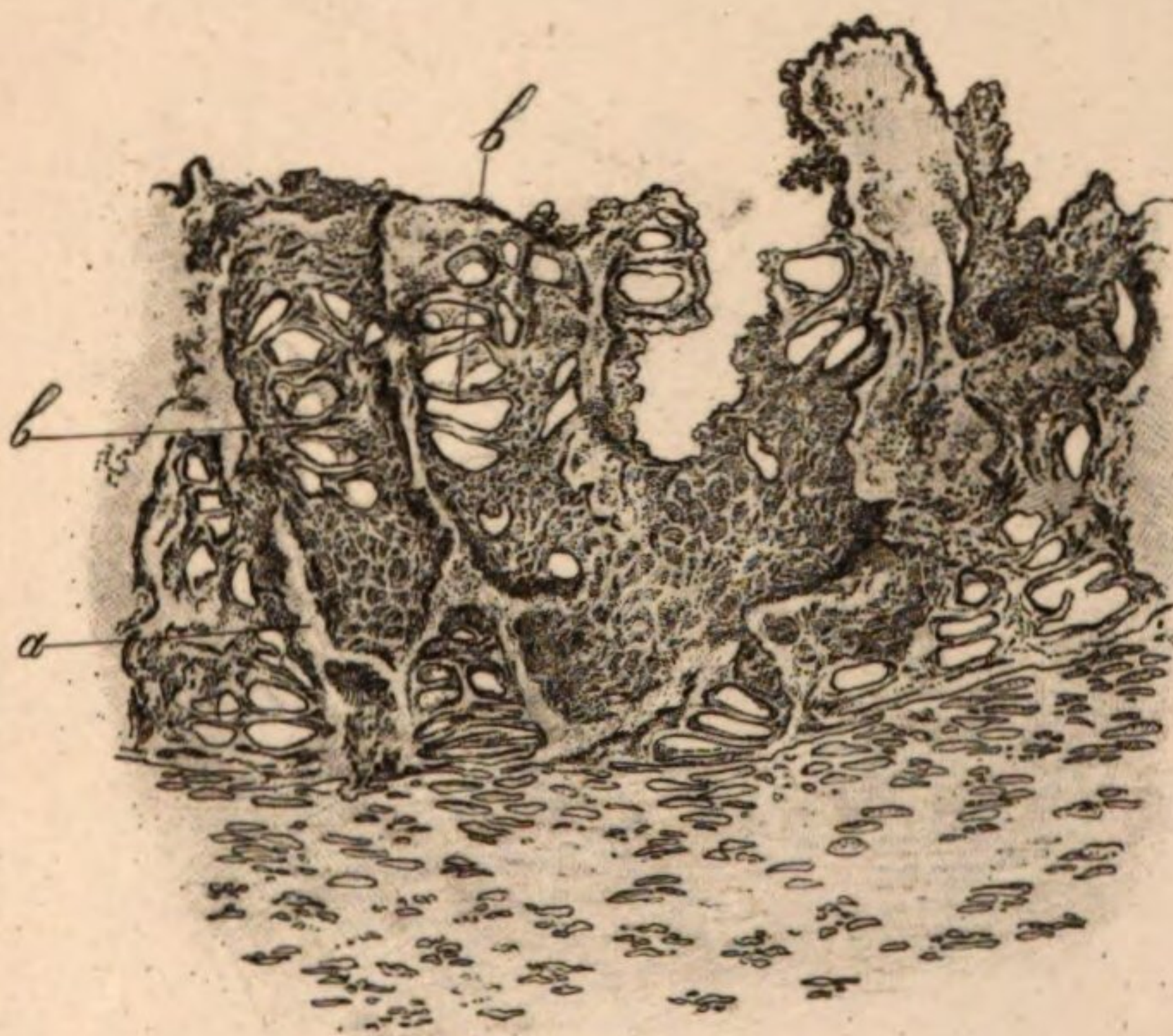


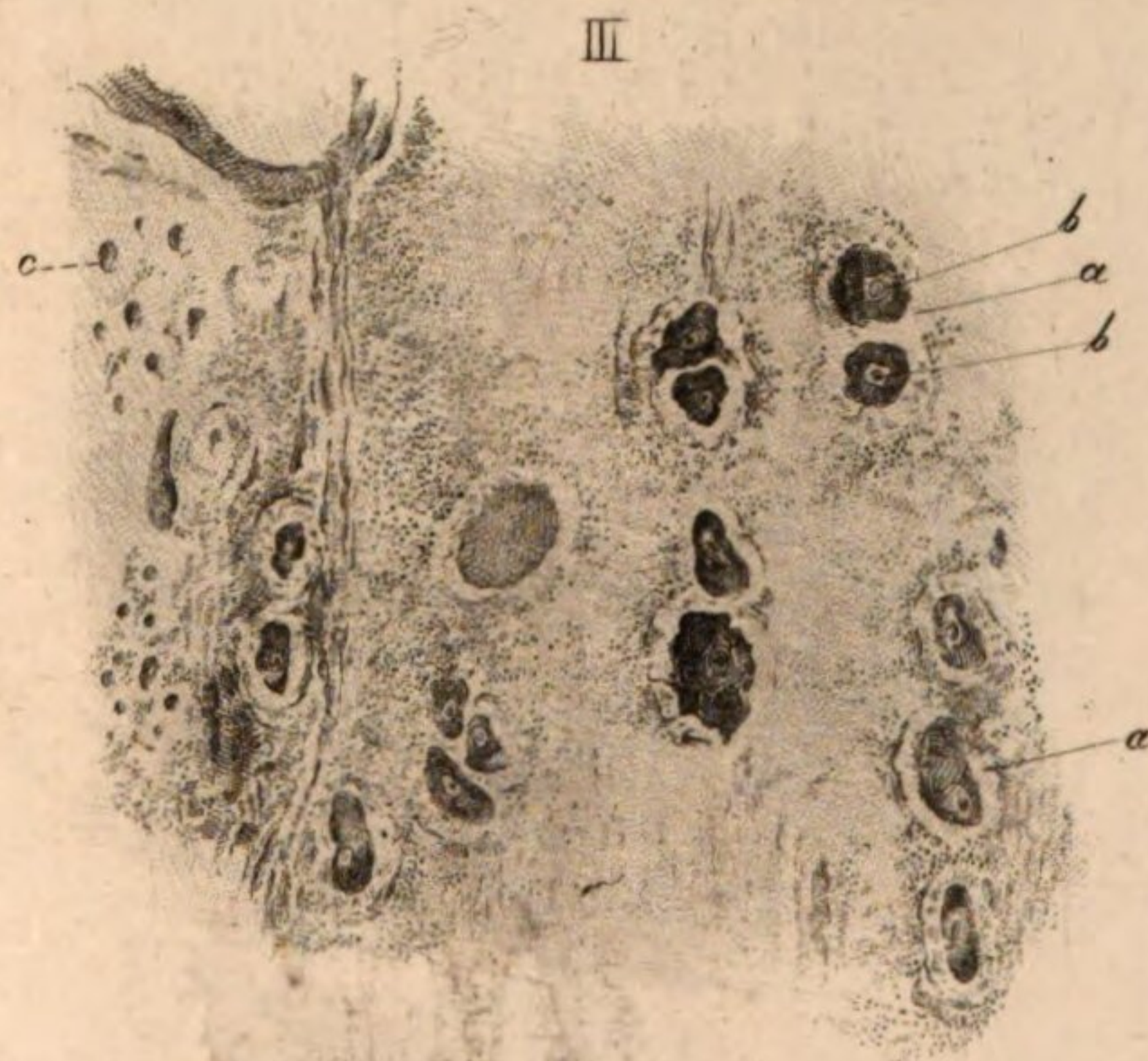
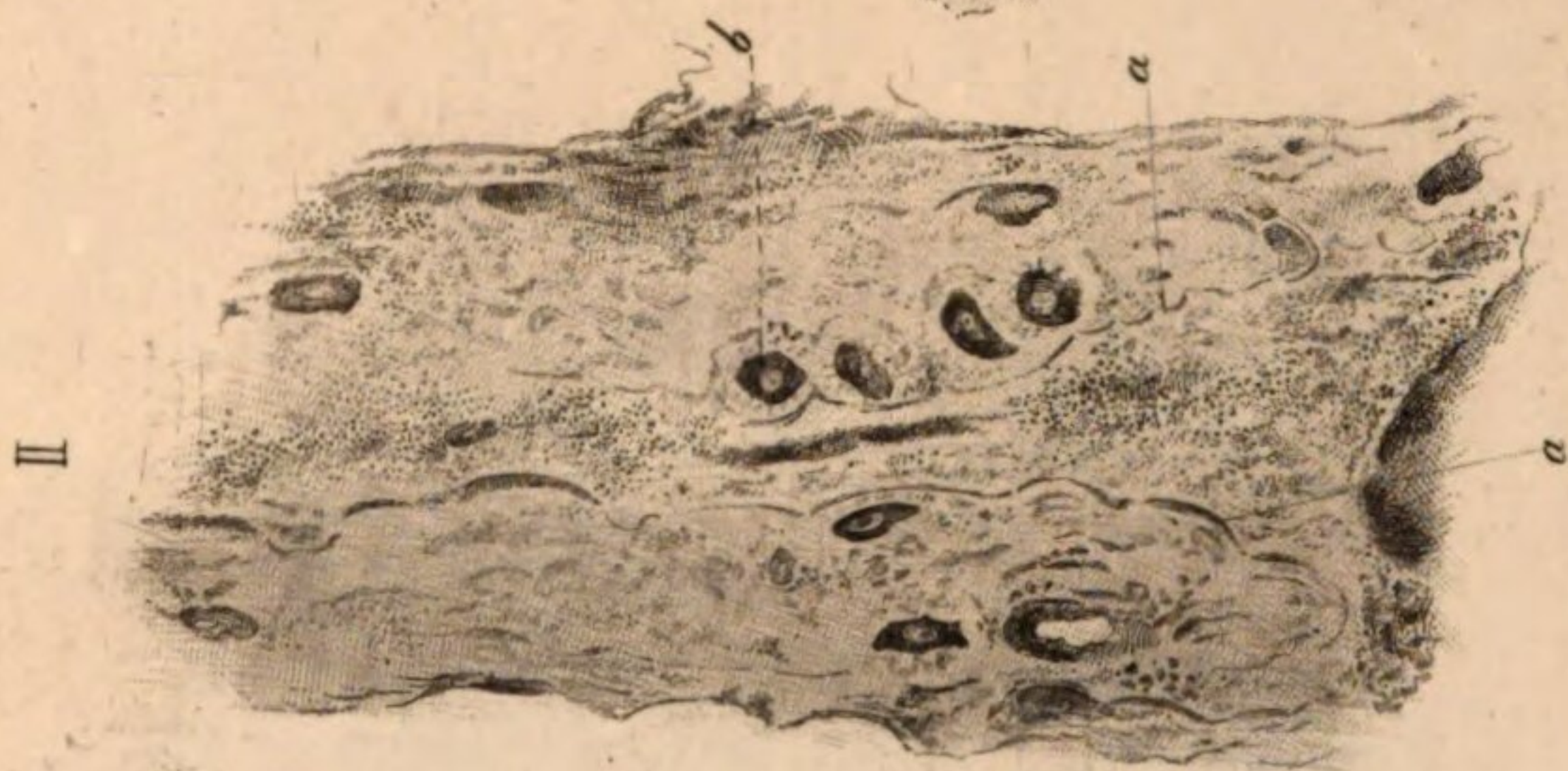
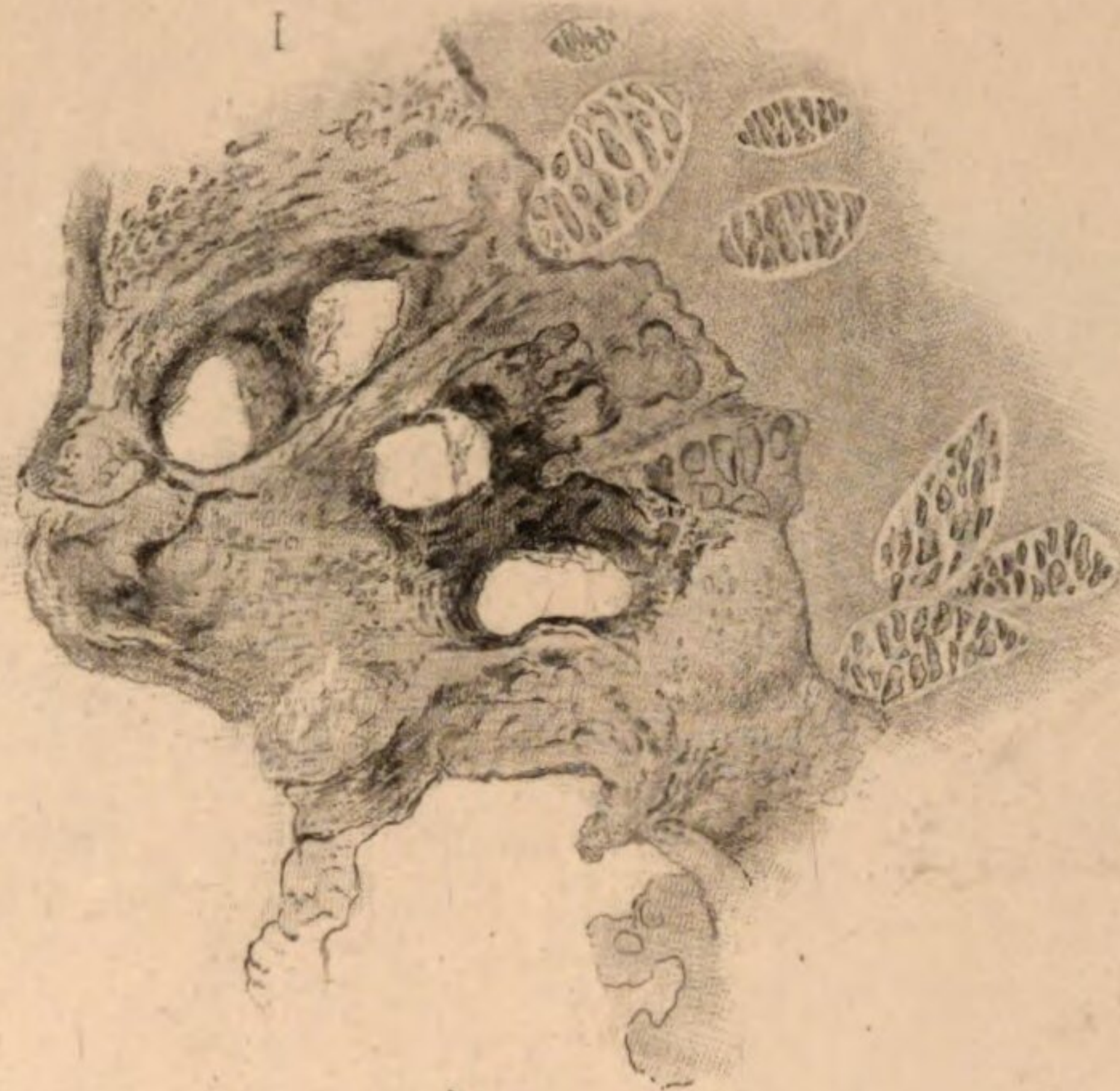


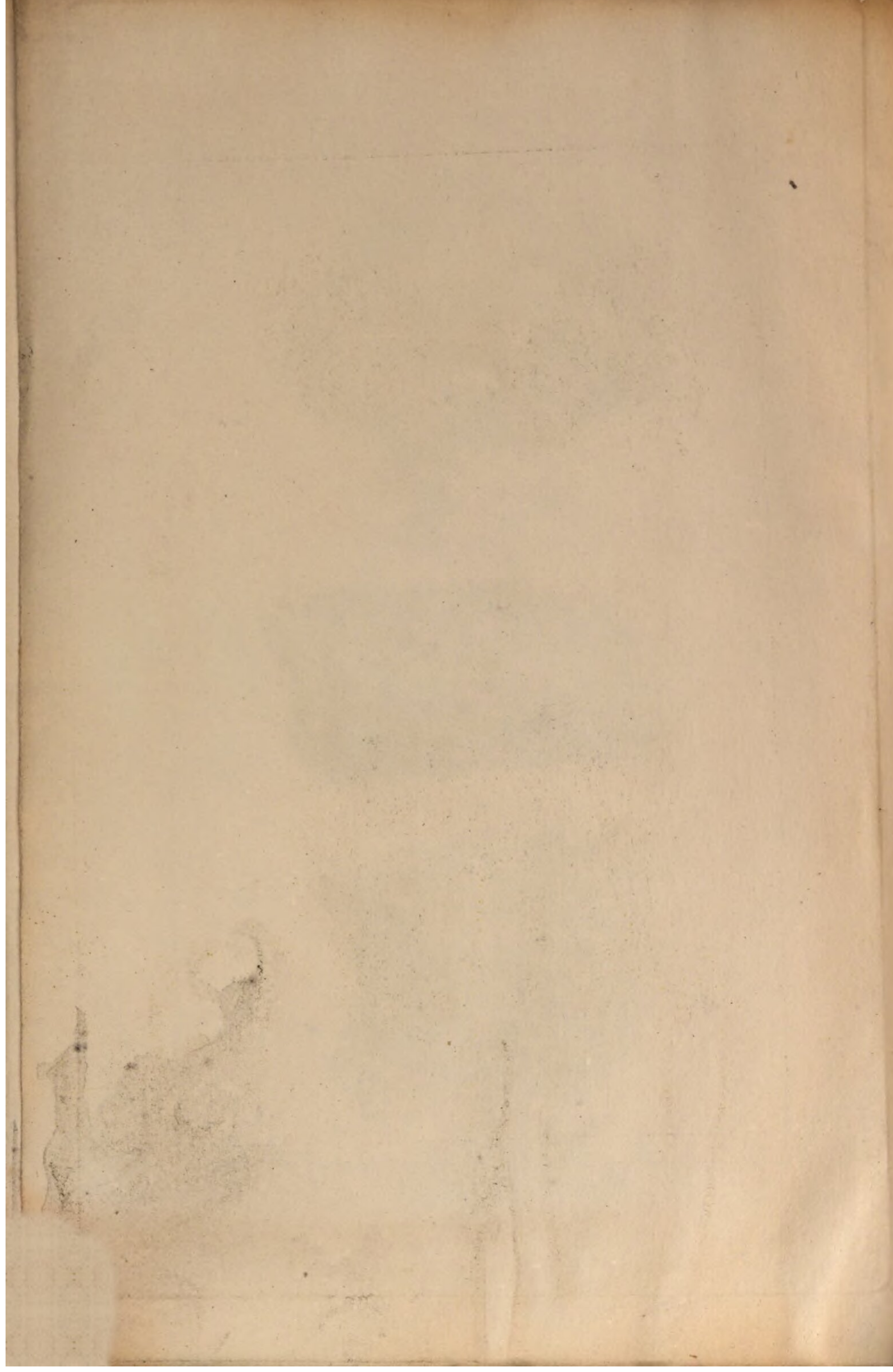
I

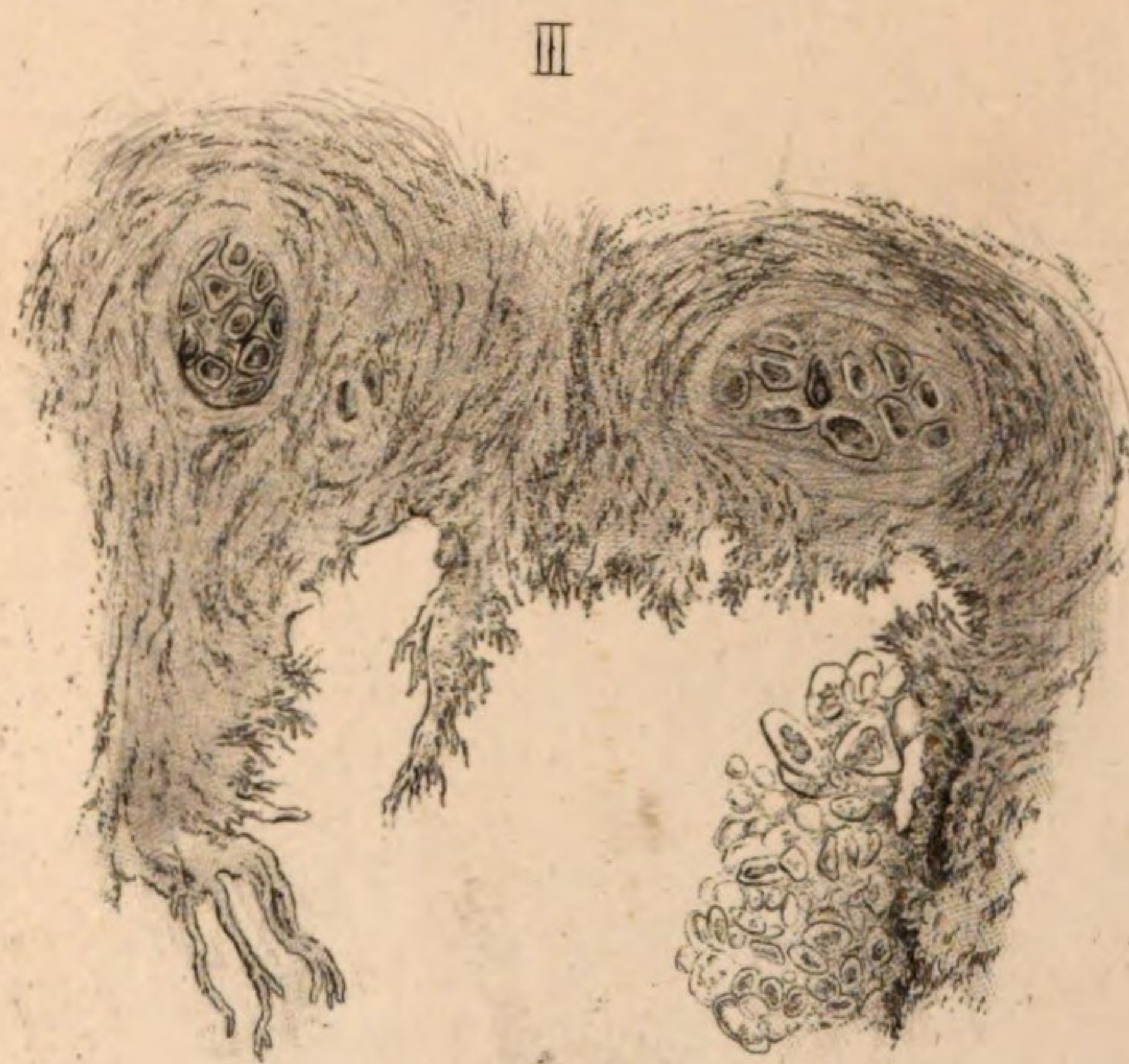
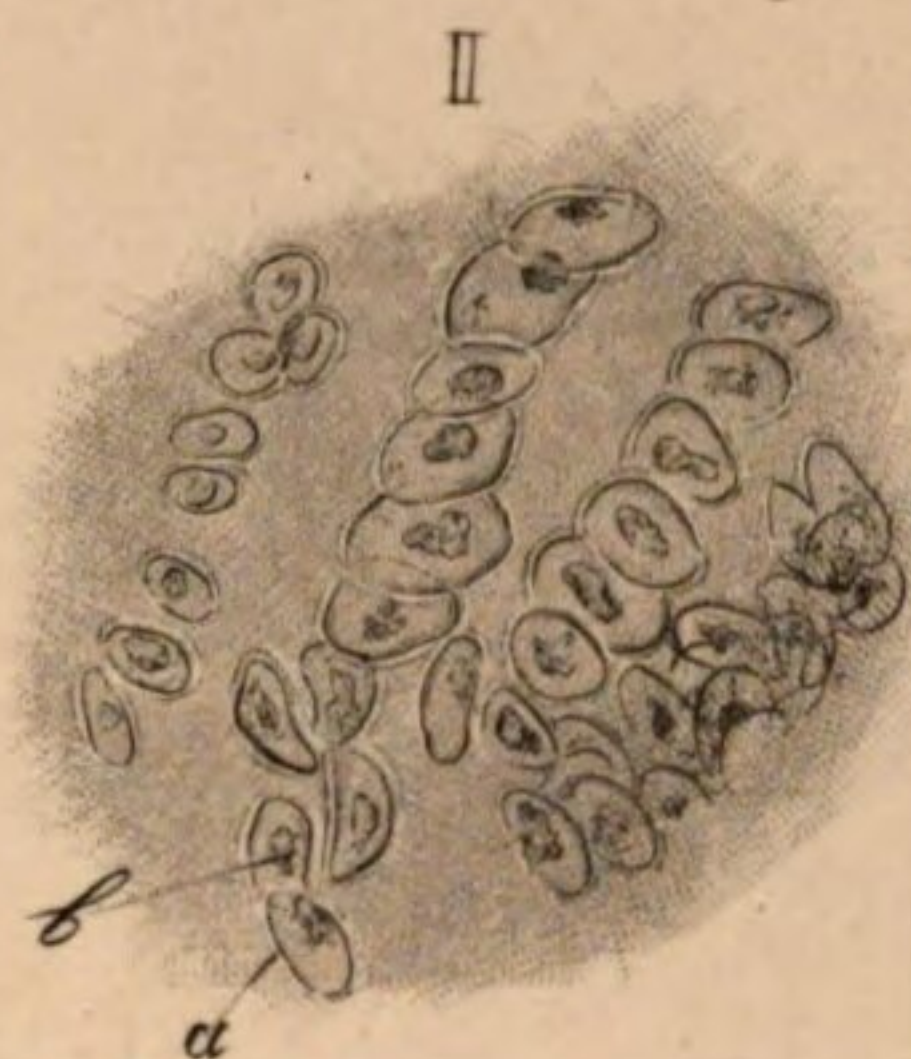


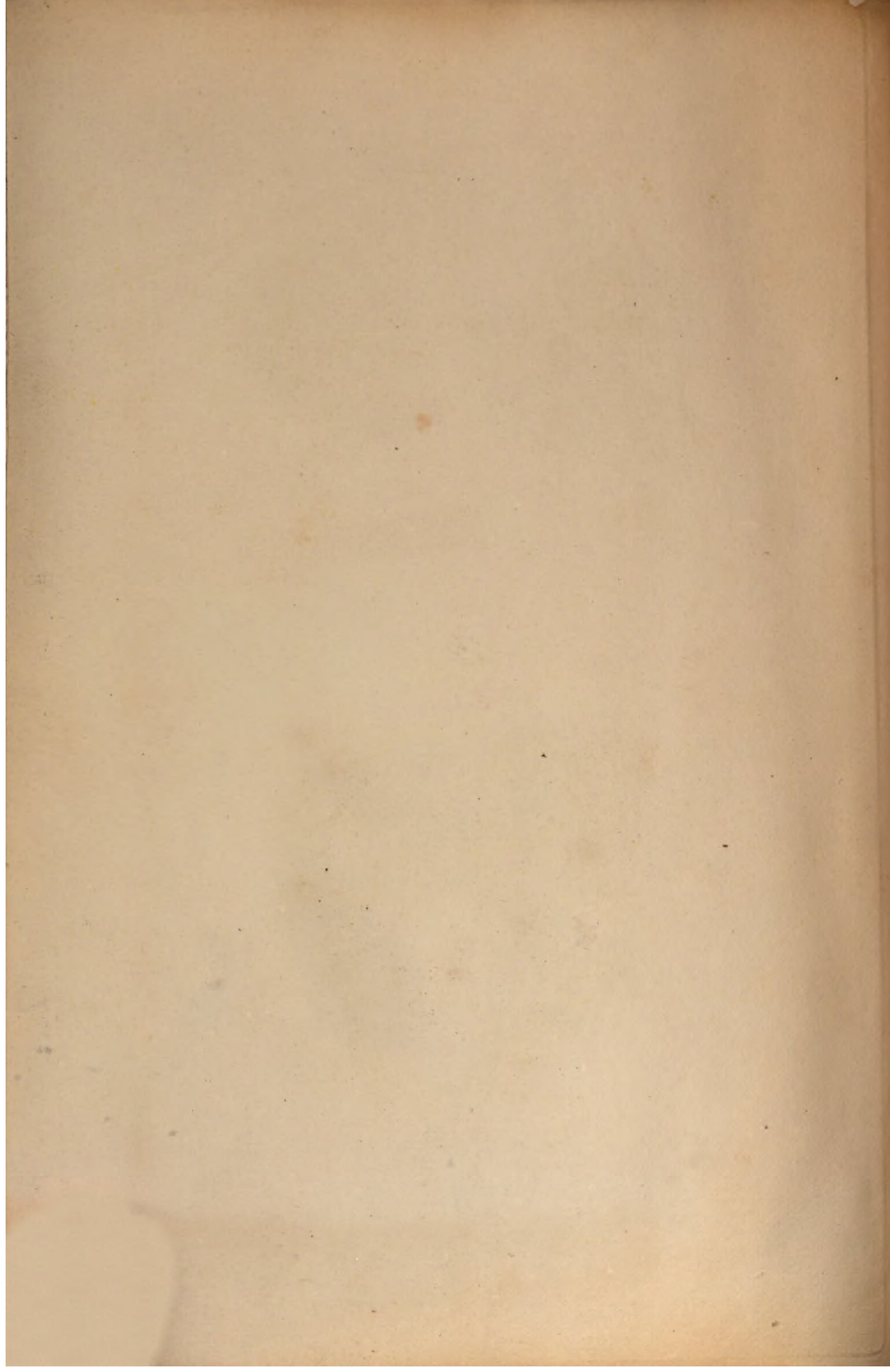
II











Gedruckt bei E. Polz in Leipzig.

Aeby, Christoph Theodor,

Die Symphysis ossium pubis des Menschen

Leipzig & Heidelberg 1858

Diss.med. 7-33

urn:nbn:de:bvb:12-bsb10855097-8